„Vergleichende Versuche über künstliche und natürliche Verdauung der Protëinsubstanzen".

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Dienstag, den 11. August 1903, Vormittags $10^1/_2$ Uhr

in der Aula Leopoldina

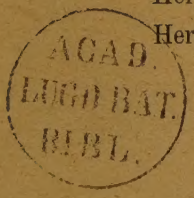
öffentlich verteidigen wird

Kasimir von Dambski.

Opponenten:

Herr Dr. phil. **Albert Einecke,**

Herr cand. jur. **Stefan Radwański.**



Breslau
Buchdruckerei H. Fleischmann
1903.

Meinen lieben Eltern.

Vorliegende Arbeit wurde im Sommersemester 1901, im Wintersemester 1901/1902 und im Sommersemester 1902 im agriculturchemischen Institut der Universität Breslau ausgeführt.

An dieser Stelle sei es mir erlaubt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn

Professor Dr. Th. Pfeiffer

für die Anregung zu dieser Arbeit und die Hilfe, welche er mir stets in freundlicher Weise hat zu teil werden lassen, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Lange bevor Stutzer im Jahre 1880 seine erste Methode zur Bestimmung der Verdaulichkeit proteïnhaltiger Futtermittel der landwirtschaftlichen Nutztiere aufgestellt hatte,[1]) wurde man[2]) wiederholt durch die Wichtigkeit der Frage nach dem verdaulichen Anteil eines beliebigen stickstoffhaltigen Futtermittels auf derartige Versuche geführt, wenn sie auch meist durch kein erfreuliches Resultat gekrönt worden sind. Einmal lag es im Interesse der praktischen Landwirtschaft, zu wissen, wie hoch man den Wert gewisser proteïnhaltiger Futtermittel anschlagen dürfe, dann aber wollte die Wissenschaft lediglich von ihrem Standpunkte aus Aufklärung verschaffen über das Verhalten der so kompliziert zusammengesetzten Eiweissstoffe, jener wichtigsten Bestandteile unserer Kulturpflanzen. Ohne Zweifel ist der Dienst, den die Wissenschaft der Praxis dadurch erwiesen hatte, ein recht bedeutender.

Das grosse Verdienst eine Methode der „künstlichen Verdauung mit Pepsinlösung“ ausgearbeitet zu haben, die im wesentlichen bis heute von allen, die auf nämlichen Gebiete gearbeitet haben, beibehalten worden ist, gebührt, wie schon erwähnt, A. Stutzer. — Es war klar, dass ein solcher Laboratoriumversuch um so zuverlässigere, mehr der Wahrheit entsprechende Resultate liefern würde, je besser man sämtliche Einzelheiten berücksichtigte, welche bei der natürlichen Verdauung im tierischen Magen eine Rolle

---

[1]) Journal für Landwirtsch. Bd. XXVIII. (1881.) S. 195.

[2]) Vgl. u. A. V. Hoffmeister. Bericht über das Veterinärwesen im Kgr. Sachsen. (1874). S. 110.

spielen. — So stellte Stutzer eine Verdauungsflüssigkeit aus Schweinemägen her[1]): er zerschnitt die abgetrennten inneren Häute von gewöhnlich sechs Schweinemägen mit einer Scheere und extrahierte sie in einer geräumigen Flasche mit 5 Liter salzsäurehaltigem[2]) Wasser pro Magen 48—72 Stunden lang unter bisweiligem Umschütteln[3]). Nach Zusatz von 2,5 gr. Salizylsäure pro Magen, wurde der Extrakt durch Falten und gewöhnliche Filter bis zur völligen Klarheit filtriert. Von einer so dargestellten Verdauungsflüssigkeit liess er 250 cc. auf je 2 Gramm des betreffenden feingemahlenen Futtermittels, welches das Einmillimetersieb passiert hatte, bei Bluttemperatur (37—39° C.) 24 Stunden lang einwirken und gab in 2—3stündigen Zwischenpausen so viel Salzsäure zu, dass das angewandte Reagens, denn ein solches blieb die Pepsinlösung immer, gerade 1 Prozent HCl enthielt. — Stutzer bestimmte nunmehr den pepsinunlöslichen Stickstoff, nannte ihn Nuclëinstickstoff[4]) und meinte eine Methode gefunden zu haben, deren Resultate mit denen der natürlichen Verdauung im wesentlichen übereinstimmten.

Fütterungsversuche mit Hammeln von Th. Pfeiffer, über welche im 31. Jahrgang des Journal für Landwirtschaft[5]) berichtet wurde, haben aber dargetan, dass das Tier mehr protëinhaltige Bestandteile des Futters zu resorbieren vermag, als das durch die künstliche Verdauung nach Stutzer's Vorschrift geschieht, oder mit anderen Worten: dass die Verdauungsarbeit des Magens grösser ist, als die lösende Kraft des salzsauren Pepsins. — Wurde der im Kote ent-

---

[1]) Journal für Landwirtsch. XXIX Bd. S. 478 und Zeitschrift für physiologische Chemie: Bd. XI. (1887.) S. 208.

[2]) Es wurden für jeden Schweinemagen 100 cc einer 10% HCl-lösung angewandt.

[3]) Es wurden 6 Mägen angewendet, um ausser Zweifel zu sein, dass der Extrakt die nötige Menge Pepsin enthält.

[4]) Journ. für Landwirtsch. XXIX. Bd. S. 473.

[5]) S. 221. (1883).

haltene Stoffwechselstickstoff[1]) von dem genannten Forscher nicht berücksichtigt, so ergab sich eine Mehrausscheidung von 8 Prozent durch den tierischen Organismus gegenüber der künstlichen Verdauung (39,56% gegenüber 31,58%). Mit Berücksichtigung des Stoffwechselstickstoffs, welche darin bestand, dass der Kot mit Salzsäure, Alkohol und Äther extrahiert wurde, fand Pfeiffer in dem Kot bedeutend weniger Stickstoff, als in dem verzehrten Futter Nuclëinstickstoff enthalten war. Die fraglichen Mengen Stickstoff stimmten überein, wenn die Extraktion nur mit Alkohol und Äther vorgenommen wurde. Diese Tatsache hätte den Schluss nahe bringen können, dass sämtliches „Nuclëin" im Kote wieder erscheine, dass man also den Verdauungskoëfficient eines Futtermittels für Protëin durch Bestimmung des „Nuclëins" nach Stutzer feststellen könne; doch wäre dabei, wie sich aus dem Gesagten ergibt, das Mucin unberücksichtigt geblieben. Den Ausschlag bei diesen Versuchen gab vollends der neue Schritt Pfeiffer's, dass er den Kot in derselben Weise wie die Futtermittel mit saurem, nach Stutzer's Vorschrift hergestellten Magensafte behandelt, wobei 25—30% von dem Gesamtstickstoff[2]) gelöst wurden, so dass auf das sogen. Nuclëin nur 70—75% entfielen, oder mit anderen Worten: es wurden 25—30% von dem Stutzer'schen Nuclëinstickstoff im tierischen Organismus verdaut; man müsste denn annehmen, dass das „Nuclëin" zwar vollständig im Kote ausgeschieden werde, aber in einem Zustande, in welchem es der wiederholten Einwirkung der Pepsinlösung zugänglicher sei.

---

[1]) Die jedem Kot beigemengten stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte bestehen aus den Umwandlungsprodukten der Galle, aus Darmepitelien und Schleimstoffen oder Mucinen. Die Bestimmung der Gallenstoffe (ausgeführt durch Schulze und Märcker, Journal für Landwirtschaft 1871 — S. 49) beruht darauf, dass sie in siedendem Wasser, in siedendem Alkohol und Äther löslich sind. Das Mucin wiederum löst sich nach Eichwald (Annalen der Chemie und Pharmacie 1865 — Bd. 134 S. 198) in verdünnten Mineralsäuren.

Aus diesen Ergebnissen hatte Stutzer gefolgert[1]): Die künstlich hergestellte Pepsinflüssigkeit sei nicht imstande, alle an sich verdaulichen stickstoffhaltigen Bestandteile proteïnhaltiger Futtermittel in Lösung zu bringen; im Magen, beziehungsweise dem Darm des Tieres seien aber mehrere Fermente, wie das Trypsin, wirksam, — also müsse man die Futtermittel der Einwirkung von Pepsin- und Trypsinlösung (Auszug aus der Bauchspeichel- oder Pancreasdrüse) aussetzen, um den tatsächlichen Verhältnissen näher liegende Resultate zu erzielen. Somit war die zweite Methode der künstlichen Verdauung nach Stutzer aufgestellt: einer 24stündigen Behandlung des Futtermittels mit 250 cc. saurer Pepsinlösung folgte eine sechsstündige mit 100 cc. eines alkalischen Pancreasauszugs. Letzteren hatte Stutzer in folgender Weise hergestellt. Die Bauchspeicheldrüse vom Rinde wurde möglichst sorgfältig vom Fett befreit, um Seifenbildungen vorzubeugen, infolge deren die Poren des Filters verstopft und das Filtrieren erschwert wird, — dann wurde die Drüse mit Sand zerrieben und an der Luft 24 Stunden liegen gelassen. Jetzt wurde sie in einer Reibschale mit Kalkwasser und Glycerin vom spez. Gewicht 1,23 gemischt und unter Umrühren von Zeit zu Zeit fünf Tage lang stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde das Unlösliche abgepresst, und die Flüssigkeit zunächst durch ein lockeres Filter filtriert. Auf je 1000 gr. Pancreas wurden zwei Liter Kalkwasser und zwei Liter Glycerin verwendet. Zur Verdauung der mit Pepsin vorverdauten Futtermittel wurde dieser Auszug mit Sodalösung im Verhältnis von 1 : 3 verdünnt und zwar enthielt die Sodalösung 5 gr. wasserfreies Natriumkarbonat in einem Liter. Dieses Gemisch musste wegen seiner schlechten Haltbarkeit jedesmal frisch hergestellt, 1—2 Stunden bei 38° C. erwärmt und abfiltriert werden.

---

[1]) Zeitschrift für physiolog. Chemie Bd. IX S. 212 (1885.) St. hatte bereits früher die Einwirkung des Bauchspeichels auf Futtermittel studiert: Journ. f. Landw. (1881). S. 473.

An der Hand von besonderen Versuchen mit Schweinen, die eine sticksstofffreie Nahrung — Stärke, Filtrierpapier und Öl — erhielten[1]), hatte Pfeiffer inzwischen nachgewiesen, dass die stickstoffhaltigen Bestandteile des im frischen Zustande untersuchten Kots, die nur von Stoffwechselprodukten stammen konnten, durch das nach Stutzer dargestellte Pepsin fast vollkommen gelöst werden. Auf diese Tatsache sich stützend, unternahm der genannte Forscher zur Kontrolle der zweiten Stutzer'schen Methode neue Fütterungsversuche mit Schafen[2]) wandte dabei seine soeben geschilderte Methode zur Beseitigung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte an und fand eine fast absolute Übereinstimmung zwischen der natürlichen und der künstlichen Verdauung. Aber diesen Resultaten, zu deren Gunsten der Umstand sprach, dass bei der zweiten Stutzer'schen Methode ebenso wie im tierischen Organismus mehrere Fermente auf die Nahrungsmittel einwirkten, — alsdann die vorhergegangene Darlegung von der Löslichkeit in der angegebenen Menge (200 cc.) Pepsin, wurde seitens der Versuchsstation Möckern zweierlei entgegengehalten: erstens wurde von G. Kühn festgestellt[3]), dass der alkalische Pancreasauszug nur die stickstoffhaltigen Futterbestandteile löse, welche wegen der zu kurzen Einwirkungsdauer des Pepsins nicht hatten gelöst werden können, dass ferner ein Teil der mit Pepsin verdauten Futterbestandteile, der nachträglich scheinbar von dem Pancreatin angegriffen worden ist, in Wirklichkeit nur sodalöslich gewesen ist; und zweitens behauptet O. Kellner in seinem Berichte über die Untersuchungen in Möckern[4]), dass bei der Behandlung des Kotes mit saurer Pepsinlösung möglicherweise ausser den Stoffwechselprodukten auch gewisse Teile an sich verdaulicher stickstoffhaltiger Materie, die aus irgend welchem Grunde sich der Resorbtion entzogen hatten, hernach durch Pepsin in Lösung gebracht werden.

---

[1]) Journ. f. Landw. 33. Jahrgang S. 149. (1885).
[2]) Journ. f. Landw. 34. Jahrgang S. 425. (1886).
[3]) Nobbe, Versuchsstationen (1894) XLIV S. 139/9.
[4]) Daselbst S. 197.

Obwohl es kaum jemals möglich sein wird, in jedem einzelnen Falle mit absoluter Genauigkeit zu sagen, wieviel Stickstoff auf Stoffwechselprodukte und wieviel auf Nahrungsresiduen entfällt, hat Pfeiffer, wie ich oben gesagt habe, mit Benutzung des frischen Kots den einen Teil vom andern zu trennen vermocht und damit zahlenmässig bewiesen, dass die erweiterte Stutzer'sche Methode brauchbare, der Wirklichkeit nahe liegende Resultate liefert. Ich sage „bewiesen", denn wenn man zu jeder Stickstoffangabe das Mittel von zwei untereinander übereinstimmenden Bestimmungen nimmt, bei zwei Tieren dasselbe findet und dabei in einer Reihe von Perioden, nämlich fünf, in welchen man ein verschieden zusammengesetzes Futter verabreicht hatte, eine befriedigende Übereinstimmung mit den zu beurteilenden Zahlen eines anderen Forschers genommen hat, so wird schwer der Einwand erhoben werden können, dass wir die ganze Reihe von übereinstimmenden Ziffern nur dem Zufall[1]) verdanken! Es muss hier allerdings zugestanden werden, dass der Einwand, es könnten möglicherweise bei der Bestimmung der Stoffwechselprodukte stickstoffhaltige Futterresiduen angegriffen werden, damals nicht widerlegt wurde. An dieser Stelle dürfen aber auch diejenigen Versuche, die wir heute als verfehlt bezeichnen, die aber tatsächlich so zu sagen die Stufen zu dem gewünschten Resultate der beiden Forscher gebildet haben, nicht unerwähnt bleiben. Bei der Untersuchung des „getrockneten" Kotes hatte sich nämlich herausgestellt[2]), dass ein Teil des Stoffwechselstickstoffs, der nach Pfeiffer hauptsächlich aus Mucin bestehen dürfte, von saurem Pepsin nicht gelöst wird. Trotzdem nun Pfeiffer die ersten Versuche zur Beseitigung der Stoffwechselprodukte mittels Pepsin gemacht hatte, glaubte Stutzer, ohne das ungleiche Verhalten des frischen und ziemlich scharf getrockneten Kotes einer Pepsinlösung gegenüber zu berück-

[1]) Vergl. Aeusserung Stutzer's: Landwirtsch. Jahrbüch. (1890). Bd. XIX. S. 859.

[2]) Vrgl. Zeitschr. f. physiol. Chem. X das S. 567 Gesagte.

sichtigen, sein Pepsin im allgemeinen als ein Mittel zur Beseitigung der Stoffwechselprodukte vorschlagen zu dürfen[1]). Eine Widerlegung dieser Angabe ist enthalten: Zeitschrift für physiologische Chemie, Band X S. 565. An derselben Stelle beweist Pfeiffer, dass die auf seinen Daten beruhende Berechnung Stutzer's: „auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz entfallen im Durchschnitt 0,4 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukten" mit den Zahlen Kellner's nur zufällig übereinstimmen[2]) und dass man überhaupt solche Sätze, für welche man nur spärliche experimentelle Belege hat, nicht zu Gesetzen machen darf. Erst die beiden folgenden Arbeiten Pfeiffer's, die erste ausgeführt mit zwei Ferkeln[3]), denen in einer Periode eine eiweissfreie Nahrung, in einer darauffolgenden ein Zusatz von einem vollständig verdaulichen Eiweissstoff — Conglutin — vorgesetzt wurde, und der sich daran anschliessende Versuch mit zwei Hammeln[4]) zeigten, dass bei Behandlung des frischen Kots mit Pepsin die Stutzer'sche Methode mit der natürlichen Verdauung übereinstimmt.

Seinem ersten Einwande zufolge hatte nun Kühn die zweite Methode Stutzer's in der Weise umgeändert, dass er die Menge der Pepsinlösung von 250 auf 500 ccm. erhöhte und die Zeit von 24 auf 48 Stunden verlängerte; die Nachbehandlung mit Pancreas fiel fort. Dieser Weg wurde von nun an als der Kühn'sche bei den zahlreichen in Möckern mit Ochsen angestellten Versuchen beibehalten. Auch die Menge Pepsin, mit welcher die Stoffwechselprodukte im Kote gelöst werden sollten, wurde von Kühn auf 500 ccm. mit dem entsprechend vermehrten Salzsäurezusatz erhöht, und da die Menge Stickstoff im Kote, die nach der Behandlung desselben mit Pepsin nach Kühn mit der Menge des pepsinunlöslichen Stickstoff im aufgenommenen Futter

---

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chem. 1886. Bd. X. S. 157.
[2]) Vergl. Biedermann's Centralblatt (1882). S. 739.
[3]) Zeitschrift f. physiol. Chem. (1886). Bd. X. S. 561.
[4]) Zeitschrift f. physiol. Chem. (1887). Bd. XI. S. 1.

übereinstimmte, so stellte Kellner in seinem Berichte über die Untersuchungen die Behauptung auf: „Es steht fest, dass die Wiederkäuer den pepsinunlöslichen Stickstoff des Futters vollständig durch den Darm abscheiden, ein Urteil, dem sich auch Pfeiffer nach der Veröffentlichung jener Versuche angeschlossen hatte[1]).

Es findet sich in der Litteratur[2]) eine Arbeit von R. Niebling, in welcher der Verfasser die „künstliche Verdauung nach Stutzer“ sowohl durch einen Fütterungsversuch nachgeprüft, als auch die Pepsinwirkung unter verschiedenen Bedingungen untersucht hatte und u. a. mitteilt (S. 188): „Die Stutzer'sche Pepsinverdauung und die Pfeiffer'sche Behandlungsweise des Kot's sind zu verwerfen.“ Aber schon der Umstand, dass Niebling nur mit einem Hammel gearbeitet hat, ferner dass er das Tier zur Aufnahme von Steinusspähnen, die einen beträchtlichen Teil des ganzen Futters während zweier Perioden ausmachten, erst hatte zwingen müssen, lässt seine Ergebnisse mit einigem Misstrauen betrachten. Die Gegenbeweise Stutzer's[3]) erscheinen auch hinlänglich überzeugend. Es wird ein Einwand nach dem anderen in folgender Reihenfolge zurückgewiesen: I: Niebling hätte an der Erhöhung des HCl-Gehalts der Verdauungsflüssigkeit auf 1% keinen Anstoss genommen, wenn er die hierher gehörenden Untersuchungen Stutzer's verfolgt hätte, aus denen hervorgeht, dass die nachfolgende Pancreasverdauung, die durch die schwächere Wirkung des Pepsins bei einem Gehalt von 0,2% HCl verursachte Differenz aufhebt, falls man die Verdauung mit Magensaft auf 24 Stunden ausdehnt[4]). II: findet es Niebling nicht richtig, dass Stutzer nicht auch den Darmsaft zu seinen Untersuchungen verwendet hat, ohne sich selber dieser Flüssigkeit bei seinen Experimenten bedient zu haben! Nach Stutzer ist die Wirkung des Darmsaftes zweifelhaft und jedenfalls schwächer, als die der beiden von ihm benutzen

[1]) Nobbe, Versuchsstationen. Bd. LV. S. 131.
[2]) Landwirtsch. Jahrbücher. Bd. XIX. (1890). S. 149—188.
[3]) Daselbst S. 867.
[4]) Landwirtsch. Versuchsstation. Bd. XXXVIII. S. 328.

Reagentien. III: In dem folgenden geht letzterer kurz über eine Vergleichung seiner Versuchsergebnisse mit denen einiger nordamerikanischer Forscher[1]) hinweg, da ja Niebling selbst zugibt, dass ein Vergleich hier unmöglich ist, weil diese Männer mit einem anderen Präparat gearbeitet haben. IV: Bei der Besprechung des Fütterungsversuches selbst tadelt Stutzer die in der Berechnung gemachten Fehler und beweist durch Richtigstellung der hierher gehörenden Posten, dass der angebliche Stickstoffverlust[2]) bei den getrockneten Kotproben zehnmal so gering ist, als es der Text angibt. V: Bezüglich des Trocknens des Kots stellt Niebling weiter fest[3]): Durch das Trocknen der Kotproben wird der Stickstoff derselben der Pepsinwirkung nicht unzugänglicher, vermutlich sogar zugänglicher gemacht (entgegen der Erfahrung Pfeiffer's). VI: Dass eine kombinierte Behandlung des Kotes oder auch eines Futtermittels mit Pepsin und Pancreas mehr Stickstoff, welcher hier allein unser Interesse in Anspruch nimmt, in Lösung bringt, als Pepsin allein, wurde von Stutzer mehrmals dargetan[4]), so dass Niebling's Nachweiss, entgegen der Erfahrung Stutzer's gänzlich unbegründet ist. VII: Am schwersten ins Gewicht fällt für den in der vorliegenden Arbeit zu verfolgenden Zweck dieses apodiktische Urteil Nieblings: Lässt man auf den Kot Pepsin und Pancreas einwirken, so erhält man dieselben Mengen unlöslichen Stickstoffs, wie bei der künstlichen Verdauung der Futtermittel nach Stutzer; — Pepsin allein löst weniger Stickstoff; und da Pfeiffer nachgewiesen hatte, dass Pepsin allein den Stickstoff der Stoffwechselprodukte löst, so ist die Methode Stutzer's falsch, denn sie liefert zu hohe Werte. Niebling erklärt damit also, sagt Stutzer, seine Resultate für einwandsfrei und die ver-

---

[1]) Barlett, Jordan, Morrill, Vgl. Landw. Jahrbüch. XIX. Bd. S. 154/5.

[2]) Angewandt wurden von Niebl. je 2 gr. frischen Kot und darin fundenen 0,01417 gN.

[3]) Landwirtsch. Jahrbüch. Bd. XIX. S. 165. Abschnitt II.

[4]) Vgl. u. a. Zeitschrift für physiol. Chem. Bd. XI. S. 364.

gleichenden Versuche Pfeiffer's und der anderen Forscher für nicht richtig. Hier führt Stutzer der besseren Übersicht halber drei Reihen von Verdauungskoëffizienten an:

A. Natürl. Verdauung (Behandl. d. Kots		B. Auf künstlich. Wege
Pepsin	mit Peps. u. Pancreas	
76,1	83,2	82,6
77,1	83,7	82,8
82,4	80,5	81,1

Die beiden oberen Reihen sollen zum Beweise der Behauptung des Verfassers dienen, die untere dagegen, die sich mit der oberen gar nicht vereinbaren lässt, wird durch einen eventuellen Analysenfehler entschuldigt. Auch bemängelt Stutzer die Beweisführung Niebling's insofern, als der Letztere, ohne seine Ergebnisse durch ein Parallelversuchstier geprüft zu haben, die Resultate anderer ohne weiteres für falsch erklärt. VIII: Endlich erklärt Stutzer mit Recht, dass nach seiner Methode stets das „Optimum" der Verdaulichkeit gefunden werde, während beim Tierversuch der Individualität der Tiere zufolge Schwankungen nach beiden Seiten entstehen können.

In der letzten Zeit hatte Karl Bülow[1]) die Ergebnisse Stutzer's, Pfeiffer's, Kellner's und Kühn's einer Prüfung unterworfen und auf eine Reihe von Versuchen gestützt, unter anderen mitgeteilt[2]): I. Durch Behandlung der Futtermittel und Kotproben mit Pepsinlösung nach Kühn wird das Maximum der durch Pepsinlösung überhaupt angreifbaren Eiweiskörper in Lösung gebracht.

II. In den nach Kühn mit Pepsin vorverdauten Substanzen wird durch alkalische Trypsinlösung noch ein Teil des zurückgebliebenen Stickstoffs gelöst.

IV. Die Stutzer-Pfeiffer'sche Methode zur Bestimmung der Verdaulichkeit der Eiweisskörper extra corpus

---

[1]) Journal für Landwirtsch. (1900). Bd. 48. S. 1 ff.
[2]) Daselbst S. 37.

stimmt in ihren Resultaten nicht mit denjenigen des Tierversuchs überein. Die Pepsin-Trypsinbehandlung der Futtermittel giebt zu hohe Zahlen, während die Einwirkung von nur 250 ccm. Pepsin auf die Kotproben nicht ausreicht, um den ganzen in saurem Magensaft löslichen Stickstoff vollständig in Lösung zu bringen.

V. Die Kühn'sche Methode dagegen ist geeignet, das darmlösliche Eiweiss auf künstlichem Wege zu ermitteln.

VI. Die Richtigkeit der Kühn'schen Methode ist für die Wiederkäuer festgestellt.

Bülows Behauptungen widersprechen sich aber zum Teil: bei der Bestimmung der Stoffwechselprodukte im tierischen Kot kann es sich nicht darum handeln, den ganzen in Pepsin löslichen Stickstoff in Lösung zu bringen, sondern denjenigen, welcher Futterresiduen angehört, möglichst unberührt zu lassen, und so durfte Bülow die von Pfeiffer vorgeschlagenen Behandlungsweise der frischen Kotproben nicht dahin umändern, das er Pepsinmenge und Einwirkungszeit verdoppelte und gleichzeitig das Bedenken Kellner's wiederholen, es sei von Pfeiffer der wichtige Beweis nicht erbracht worden, dass der Magensaft aus normalem Kote nur Stoffwechselprodukte und nichts weiter löst. Einen exakten Beweis dafür hatte Pfeiffer damals allerdings nicht erbracht, man müsste denn erwägen, dass, wenn auf 100 gr. verdaute Trockensubstanz annähernd 0,4 gr. Stickstoff in Form von Stoffwechselprodukte vom Organismus ausgeschieden werden, wir in diesen Zahlen einen Anhaltspunkt dafür besitzen, wieviel Stickstoff in einer Menge Kots Stoffwechselprodukten und wieviel Futterresiduen entstammt. Wenn wir aber auch einerseits als richtig annehmen, dass das Pepsin nach Kühn dasjenige Eiweiss zu lösen vermag, welches nach Stutzer's erster Methode wegen zu kurzer Einwirkungsdauer nicht angegriffen werden konnte und dass infolgedessen die Nachbehandlung mit Pancreas überflüssig ist, so bleibt es doch andererseits wahr, dass bei Anwendung einer grösseren Menge Pepsin (500 ccm. und 48 Stunden auf die Kotproben die ausgesprochene Gefahr —

es könnten stickstoffhaltige Futterbestandteile, die im tierischen Organismus unverdaulich sind, oder solche, die zwar verdaulich sind, aber doch aus irgend welchem Grunde nicht resorbiert worden sind, nachträglich gelöst werden, — in weit höherem Grade vorhanden ist[1]). Wollte man nur eine Übereinstimmung zwischen der natürlichen und künstlichen Verdauung erzielen, ohne dem Streben, den auf Nahrungsresiduen entfallenden Stickstoff unberührt zu lassen, gerecht zu bleiben, so wäre dies bei Anwendung eines kräftig wirkenden Mittels auf Futter und den zugehörigen Kot möglich, wobei nur die absolut unangreifbaren Verbindungen widerstehen würden, — was jedoch, wie von vorne herein anzunehmen ist, behufs Lösung der Stoffwechselprodukte völlig falsch wäre. Folglich hätte auch Bülow, wenn er seines Zweifels, den er in der Einleitung seiner Arbeit gegenüber der Methode Pfeiffer's zur Beseitigung der Stoffwechselprodukte ausgesprochen hätte, eingedenk geblieben wäre, — ein schwächer wirkendes Mittel zu diesem Zwecke ausfindig machen müssen, was bereits Pfeiffer ausführlich[2]) auseinandergesetzt hatte. — Demnach ist in der ersten Schlussfolgerung unsere Aufgabe gar nicht berücksichtigt. —

Was das unter II angeführte Ergebnis Bülow's betrifft, können wir einstweilen nur sagen, dass diese Tatsache für uns nach dem, was wir über die Löslichkeit der Stoffwechselprodukte wissen, von untergeordneter Bedeutung ist. — Ob nun ferner „Pepsin-Trypsin-Behandlung der Futtermittel zu hohe Zahlen gibt," muss noch dahingestellt bleiben; man wird erst dann einer Methode, der zweiten Stutzer'schen, oder der Kühn'schen, oder einer solchen, die aus einer Kombination der Kühn'schen mit einer nachfolgenden Trypsinbehandlung bestehen sollte, den Vorzug geben können, wenn man einen möglichst einwandsfreien Weg zur Beseitigung der Stoffwechselprodukte gefunden haben wird, — dass es

---

[1]) Vgl. Nobbe, Versuchsstation. Bd. LV. S. 133.
[2]) Nobbe, Versuchsstationen. LV. S. 132.

sich aber niemals darum handeln konnte, „den ganzen im sauren Magensaft löslichen Stickstoff der Kotproben vollständig in Lösung zu bringen“ ist zur Genüge erörtert worden. — Die Unhaltbarkeit der Folgerungen unter V und VI folgt aus der Widerlegung der Behauptungen unter I und IV.

Damit sind die wichtigsten Arbeiten über mein Thema besprochen und ich darf zu den von mir unternommenen Versuchen übergehen.

Bevor ich jedoch mit dem Fütterungsversuche begonnen habe, suchte ich neue experimentelle Belege für Bülow's Behauptung, dass „das nicht zu scharfe Trocknen des frischen Kots diesen nicht schwerer löslich mache", zu bringen. Zu diesem Zwecke nahm ich (laut Tab. 1, 1a, und 1b) frische Hammel-, Pferde- und Kuhkotproben, trocknete sie nach Bülow's Vorschrift jedesmal 24 Stunden lang bei 55—60° C. und behandelte verhältnismässig gleiche Mengen frischer und lufttrockner Substanz zunächst mit dem von Kühn-Kellner empfohlenen Pepsinquantum, wobei ich die in Tab. 2 und 3 angegebenen Stickstoffmengen gefunden habe.

Tabelle 1.

	Hammelkot in gramm.		
Reihe a.	zum Trocknen angesetzt		lufttrocken
	16,49	=	7,730
		folglich	
	5,00 frisch gleich		2,340 trocken.
Reihe b.	111,62 angesetzt	=	45,500 trocken
		demnach	
	5,00 gr. frisch	=	2,120 „

Tabelle 1a.

	Pferdekot in gramm.		
Reihe a.	83,41 gr. angesetzt	=	19,17 gr. trocken
		demnach	
	5,00 gr. frisch	=	1,176 gr. „
b.	23,56 gr. angesetzt	=	7,68 gr. „
		demnach	
	5,00 gr. frisch	=	1,630 gr. „
c.	42,13 gr. angesetzt	=	12,64 gr. „
		folglich	
	5,00 gr. frisch	=	1,500 gr. „

Tabelle 1b.

	Kuhkot in gramm.		
a.	118,24 gr. angesetzt	=	16,33 gr. trocken
	5,50 gr. frisch	=	0,760 gr. „
b.	139,52 gr. angesetzt	=	27,040 gr. „
	5,00 gr. frisch	=	0,969 gr. „
c.	124,23 gr. angesetzt	=	21,210 gr. „
	5,00 gr. frisch	=	0,853 gr. „

Tabelle 2.

	Frischer Kot vom		
	Hammel	Pferd	Kuh
	behandelt mit 500 ccm. Pepsin 48h darin unlöslicher N in gr.		
a.	0,02333	0,00559	0,00684
b.	0,02181	0,00618	0,00774
c.	———	0,00669	0,00624

Tabelle 3.

	Lufttrockner Kot vom:		
	Hammel	Pferd	Kuh
	behandelt mit 500 cc. Peps. 48h. Gefunden unlöslicher N in gr.		
a.	0,02293	0,00716	0,00780
b.	0,02048	0,00709	0,00769
c.	———	0,00664	0,00772

Tabelle 3a.

	Folglich blieb mehr N ungelöst in gr.					
	Hammelkot		Pferdekot		Kuhkot	
	frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
a.	0,00040	———	———	0,00157	———	0,00096
b.	0,00133	———	———	0,00091	0,00005	———
c.	———	———	0,00005	———	———	0,00148

Leider liegen hier die Differenzen nicht in derselben Richtung. Zur Bestätigung der oben genannten Behauptung Bülow's könnte die Kuhkotprobe in der Reihe b und der Pferdekot in Reihe c dienen, denn die Abweichungen sind hier sehr gering. Im Uebrigen sind sie nach Tabelle 3b meist recht gross, und zwar zeigt in zwei Fällen der frische, in vier der getrocknete Kot eine grössere Widerstandsfähigkeit dem Pepsin gegenüber. Alle darauffolgenden Untersuchungen bestätigen die Tatsache, die sich in den beiden Pferde- und in den zwei Kuhkotproben zeigt, dass der getrocknete Kot für die Wirkung des Pepsins unzugänglicher ist.

Tabelle 3b.

Es blieb mehr pepsinunlöslicher N in %.					
Hammelkot		Pferdekot		Kuhkot	
frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
1,71	——	——	21,81	——	12,30
6,09	——	——	12,83	0,64	——
——	——	0,74	——	——	19,17

Veranlasst durch die Antwort, welche Pfeiffer[1]) auf den Einwand Bülow's[2]) „Es ist nicht erwiesen, ob das Pepsin nicht auch einen Teil des Stickstoffs der Nahrungsresiduen löse?“ dem Letzteren gegeben hatte: „Bülow hätte in richtiger Würdigung . . . . nach einem schwächer wirkenden Reagens suchen müssen, anstatt das von Pfeiffer vorgeschlagene zu verwerfen und das Verfahren nach Kühn

[1]) Landwirtsch. Versuchsstationen LV. (1901). S. 132.

[2]) Dieses Bedenken wurde, wie bereits erwähnt, früher von Kellner ausgesprochen.

als allein richtig hinzustellen", — habe ich nunmehr versucht, die Wirkung eines solchen Reagens zu untersuchen. So habe ich Pepsinmenge und Einwirkungszeit, da gerade die letztere von nicht unbedeutendem Einfluss auf das Ergebnis ist, auf die Hälfte beziehungsweise den vierten Teil eingeschränkt. 500,24 gr. frischen Hammelkots ergaben nach dem Trocknen, welches ich von nun an immer nach der von Bülow vorgeschlagenen Weise ausgeführt habe, 281,92 gr. lufttrockner Substanz, so dass einer Menge von 5 gr. frischen 2,81 gr. trocknen Kots entsprachen.

Tabelle 4.

r. frischen Hammelkots		Je 2,81 gr. lufttrocknen Kots behandelt mit:			
.Peps.48h	250cc.Peps.24h	250 cc.Peps.24h	250 cc.Peps.12h	125 cc.Peps.24h	125 cc. Peps. 12h
ungelöst	in gramm		Darin N ungelöst	in gramm.	
1933	0,01941	0,02304	0,02349	0,02315	0,02524

Je geringer die Pepsinmenge und je kürzer die Einwirkungszeit hierbei gewesen ist, desto mehr Stickstoff blieb ungelöst, aber die Differenzen sind, wenigstens zwischen zwei benachbarten Zahlen, nicht sehr bedeutend; vergleichen wir dagegen das Verhalten des getrockneten Kots mit dem des frischen (0,01941 mit 0,02304) so ist ähnlich wie oben doch der Unterschied hier recht gross.

Hierauf habe ich einen aus acht Perioden bestehenden Fütterungsversuch angestellt, und möchte zunächst die beiden ersten als Einleitung zu den Hauptversuchen anführen.

Tabelle 5.

Futtermittel	Wiesenheu	Weizenschale
Periode I	850 gr.	———
„ II	700 „	150 gr.
	% Trockensubstanz	
Periode I	89,37%	———
„ II	90,86%	88,66
	gramm Trockensubstanz	
Periode I	759,65	———
„ II	636,02	132,99
	N in % der Trockensubstanz	
Periode I	1,511	———
„ II	1,467	2,409
	Tägliche Aufnahme an N in gr.	
Periode I	11,470	———
„ II	9,330	3,204
	Peps. unlösl. N in % der Trsbstz.	
Periode I	0,488	———
„ II	0,467	0,252
	Peps. unlösl. N in gr. (pro Tag)	
Periode I	3,707	———
„ II	2,970	0,334

Es dienten mir hier wie überall zwei Hammel als Versuchsobjekte.

Ausser den Tab. 5 angegebenen Futtermengen erhielten die beiden Tiere täglich je 10 gr. Kochsalz und Wasser so viel sie wollten. Gefüttert wurden sie dreimal täglich: $8^1/_2$ Uhr morgens, 1 Uhr mittags und $5^1/_2$ Uhr abends, wobei ihnen jedesmal der dritte Teil nach Augenmass vorgelegt wurde. Jeder eigentlichen Periode ging eine einwöchentliche Vorfütterung im Zwangsstall voraus, damit der Darmkanal der Tiere von allen Überresten des zuvor verzehrten Futters entleert würde, indem eine Futterration bekanntlich fünf bis sieben Tage braucht, um den Darm eines Wiederkäuers zu durchwandern. Der Harn wurde nicht gesammelt, da er nur die Stoffwechselprodukte des Tieres und

keine unverdauten Nahrungsüberreste enthält, und es sich bei dieser Arbeit darum handelt, stickstoffhaltige Stoffwechselprodukte von stickstoffhaltigen Nahrungsresiduen zu trennen. Der Kot wurde zum ersten Mal abends, dann am Morgen des nächsten Tages aus dem Beutel in einen tarierten Blechkasten geschafft, um am Morgen sogleich gewogen und verarbeitet zu werden. In den beiden ersten Perioden wurde der frische Kot täglich untersucht, ausserdem wurde jedesmal der zehnte Teil von der betreffenden Menge nach vorhergegangenem gründlichen Stampfen und Mischen in tarierten Glasschalen getrocknet, an der Luft mehrere Tage stehen gelassen und schliesslich gewogen und gemahlen. Da die betreffende Substanz sich stets nach einiger Zeit unten im Becherglase abgesetzt hatte, wurde sie nach Ablauf der Hälfte der Einwirkungszeit des Pepsins, wenn der Salzsäurezusatz erfolgte, mit einem Glasstabe öfters umgerührt. Ausgewaschen wurde das Ungelöste, wie bei allen derartigen Versuchen, mit siedendem Wasser, siedendem Alkohol und Äther. Nachdem das Ungelöste samt dem zugehörigen Filter genügend getrocknet worden war, bestimmte ich darin den Stickstoff[1]) nach Kjeldahl. Das nach dieser Methode gewonnene Ammoniumsulphat habe ich mit konzentrierter Natronlauge destilliert und das Ammoniak in titrierte Schwefelsäure aufgefangen. Der nicht neutralisierte Teil der Schwefelsäure wurde mit Natronlauge zurücktitriert.

Es wurde immer der Durchschnitt von mehreren bis auf 0,3—0,4 ccm. Lauge übereinstimmenden Bestimmungen genommen. Alle diese Angaben gelten auch für die folgenden Fütterungsversuche, welche ich zur Beleuchtung der Frage, wie die am Tiere ermittelten Verdauungskoëffizienten mit den künstlichen übereinstimmen, ausgeführt habe. Die beiden Hammel produzierten in diesen zwei Perioden folgende Kotmengen in Gramm:

---

[1]) Unter Berücksichtigung des im Filter enthaltenen Stickstoffs.

Tabelle 6.

Datum	Periode I		Der zehnte Teil getrocknet ergab:	
	Hammel I	Hammel II	Hammel I	Hammel II
31.VIII. 1901.	720	1166	33,20	31,52
1. IX. 01.	670	1114	32,06	30,53
2. IX. 01.	562	953	22,71	32,56
3. IX. 01.	643	962	29,68	31,48
4. IX. 01.	620	715	28,51	27,02
5. IX. 01.	601	769	30,41	28,27
6. IX. 01.	662	696	29,66	34,58
Sa.	4478 gr.	6375 gr.	211,23 gr.	215,96 gr.
pro Tag	639,71 gr.	910,71 gr.	301,75 gr.	308,51 gr.

Tabelle 6a.

Datum	Periode II.		$^1/_{10}$ getrocknet gab:	
	Hammel I.	Hammel II.	Hammel I.	Hammel II.
14. IX. 01.	700	714	32,04	30,11 lufttr.
15. IX. 01.	627	714	24,63	28,42
16. IX. 01.	634	640	29,32	29,35
17. IX. 01.	635	747	23,54	31,02
18. IX. 01.	645	689	30,17	25,50
19. IX. 01.	716	699	32,82	30,50
20. IX. 01.	608	749	28,69	32,14
Sa.	4565 gr.	4952 gr.	201,21 gr.	207,04 gr.
Durchschnitt.	652,14 gr.	707,42 gr.	287,5 gr.	295,77 gr.

Tabelle 7.

Der lufttrockene Kot enthält N in %		
	Periode I.	Periode II.
Hammel I	1,640%	1,526%
Hammel II	1,623%	1,465%
pro Tag ausgeschieden N in gr.		
Hammel I	4,949	4,387
Hammel II	5,007	4,334

Tabelle 8 gibt ein Bild von dem pepsinunlöslichen Stickstoff des frischen Kots der ersten Periode, den ich allerdings nur nach der Vorschrift Kühn's mit Pepsin behandelt habe, da nach den in Möckern mit Ochsen angestellten Versuchen eine Übereinstimmung der am Tiere ermittelten Verdauungskoëffizienten mit den künstlichen der zugehörigen Futtermittel nach Kühn bestehen sollte, was in der Einleitung (S. 13 und 14) näher dargelegt wurde.

Tabelle 8.

Periode I.				
	Hammel I.		Hammel II.	
Datum	Kotmenge	unlösl. N in gr.	Kotmenge	unlösl. N in gr.
31. VIII. 01.	720	2,718	1166	2,784
1. IX. 01.	670	—— *	1114	—— *
2. IX. 01.	562	2,122	953	2,686
3. IX. 01.	643	2,749	962	4,174
4. IX. 01.	620	2,631	715	3,446
5. IX. 01.	601	2,436	769	2,824
6. IX. 01.	662	—— *	696	2,623
Mittel.	625,4	2,531 gr. N unl.	910,7	3,090

*) An acht Tagen waren mir (in beiden Perioden) die Stickstoffbestimmungen verunglückt, was in den Tabellen mit Strichen angedeutet ist.

Tabelle 8a.

	Periode II.			
	Hammel I.		Hammel II.	
Datum	Kotmenge	unlösl. N in gr.	Kotmenge	unlösl. N in gr.
14. IX. 01.	700	——— *	714	2,795
15. IX. 01.	627	——— *	714	1,421
16. IX. 01.	634	1,451	640	——— *
17. IX. 01.	635	1,437	747	1,490
18. IX. 01.	645	1,656	689	,691
19. IX. 01.	716	0,720	699	2,333
20. IX. 01.	608	——— *	749	——— *
Mittel.	652,1	1,316	707,4	2,146

Da die Tiere pro Tag 11,47, resp. 12,534 gr. Stickstoff im Futter aufgenommen hatten, so ergeben sich folgende Verdauungskoëffizienten nach Abzug der Stoffwechselprodukte.

Tabelle 8b.

Periode I.		Periode II.	
5 gr. frisch. Kot — 500 cc. Peps. 48h		5 gr. frisch. Kot mit 500 cc. Peps. 48h	
Hammel I.	77,86	Hammel I.	88,16
Hammel II.	73,06	Hammel II.	82,81

Es bestehen hier grosse Schwankungen in den unlöslichen Stickstoffmengen an den einzelnen Tagen, wie Tab. 8 und 8a zeigen, und diesem Umstande wird man wohl die Ungleichheit der Verdauungskoëffizienten zuschreiben müssen. Der lufttrockene Kot wurde nun auf verschiedene Weise mit Pepsin behandelt und ergab folgende Mengen unlöslichen Stickstoff:

*) An acht Tagen waren mir (in beiden Perioden) die Stickstoffbestimmungen verunglückt, was in den Tabellen mit Strichen angedeutet ist.

Tabelle 9.

Periode I. Je 2 gr. lufttrocknen Kot behandelt mit:	500 cc. Pepsin 48h	250 cc. Pepsin 24h	125 cc. Pepsin 12h
	zeigten unlöslichen Stickstoff in gr.		
Hammel I.	0,01995	0,02135	0,02321
Hammel II.	0,02110	0,02427	0,02447
	die durchschnittl. Tagesmenge Kot enth. N in gr.		
Hammel I.	3,010	3,222	3,502
Hammel II.	3,256	3,749	3,780
	die Verdauungskoëffizienten sind:		
Hammel I.	73,76	71,87	69,27
Hammel II.	71,62	67,36	67,09

Periode II. Je 2 gr. lufttrockner Kot behandelt mit:	500 cc. Pepsin 48h	250 cc. Pepsin 24h	125 cc. Pepsin 12h
	enthielten unlöslich N in gr.		
Hammel I.	0,01992	0,02056	0,02016
Hammel II.	0,02186	0,02344	0,02352
	die zugehörig. Verdauungskoëffizien.		
Hammel I.	77,16	76,42	76,89
Hammel II.	74,21	72,35	72,26

Da der Verdauungskoëffizient die Zahl darstellt, welche angiebt, wie viel Prozent von dem aufgenommenen Futterbestandteile resorbiert worden sind, berechnet man ihn folgendermassen; z. B. für

Per. I. H. I. (500 cc. P. 48h) $\frac{8{,}46 \times 100}{11{,}47} = 73{,}76$

11,470 gr. N aufgenommen
3,010 „ ausgeschieden
8,460 gr. resorbiert.

Aus der Tab. 5 Seite 30 angegebenen täglichen Aufnahme an Stickstoff und den ebendaselbst angegebenen Mengen pepsinunlöslichen Stickstoffs (nach Kühn) ergeben sich die künstlichen Verdauungskoëffizienten

für Periode I: 67,68.

für Periode II: 73,64.

Der Vollständigkeit wegen dürfen die Verdauungskoëffizienten, welche sich mit Benützung des Gesamtstickstoffs des getrockneten Kotes berechnen lassen, hier nicht fehlen.

Tabelle 10.

Verdauungskoëff. ohne Abzug der Stoffwechselprodukte.

	Periode I	Periode II
Hammel I	56,85	65,00
Hammel II	56,35	65,42

Ein Blick auf diese Zahlen und die am Tiere gewonnenen Verdauungskoëffizienten reicht aus, um die nicht unbedeutenden Unterschiede wahrzunehmen: Die hier erhaltenen Abweichungen, die höchst überraschend waren, weil sie im Widerspruch mit den in Möckern gewonnenen Resultaten standen, besagen für beide Perioden dasselbe.

Im Ganzen habe ich aus diesen Vorversuchen folgende Schlüsse gezogen: die schwankenden durch das Trocknen des frischen Kots erhaltenen Ergebnisse (besonders Tab. 3a Einleitung) berechtigen uns zu keinem endgültigen Urteil über das Verhalten des getrockneten Kots; ohne Einfluss scheint diese Operation nicht geblieben zu sein, also muss sie bei den weiteren Versuchen wiederholt werden.

Tabelle 9 und 9a zeigen, dass die Wirkung einer kleineren Menge Pepsin, wie zu erwarten war, geringer ist, als die einer grösseren, mithin muss die Behandlung des Kotes mit wechselnden Pepsinmengen für die folgenden Untersuchungen beibehalten werden, um die Grösse der Unterschiede an einer längeren Reihe von Ziffern studieren zu können. Die Abweichungen der gedachten Verdauungskoëffizienten waren, wie folgt:

Periode I (trock. Kot) $\left.\begin{matrix}73{,}76\\71{,}62\end{matrix}\right\}$ 72,69; $\left.\begin{matrix}71{,}87\\67{,}36\end{matrix}\right\}$ 69,61; $\left.\begin{matrix}69{,}27\\67{,}09\end{matrix}\right\}$ 68,18

3,08 % 1,43 %

Periode II (trock. Kot) $\left.\begin{matrix}77{,}16\\74{,}21\end{matrix}\right\}$ 75,68; $\left.\begin{matrix}76{,}42\\72{,}35\end{matrix}\right\}$ 74,38; $\left.\begin{matrix}76{,}89\\72{,}26\end{matrix}\right\}$ 74,57

1,30 % 0,19 %

Da endlich die Verdauungskoëffizienten der Futtermittel nach Kühn-Kellner bedeutend tiefer lagen, als die am Tier unter Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte (nach Kühn) gewonnenen, so musste nach einer Erklärung gesucht werden, zumal die Unterschiede ganz überraschend gross waren, wie folgende Zusammenstellung beweist.

Bei künstl. Verdauung der Futtermittel nach Kühn.	Verdauungskoëffizienten unter Zugrundelegung des frischen Kots.	
	HI. 77,86 HII. 73,06	
Periode I. 67,68	75,46 (Mittel)	Differenz 7,78 %.
„ II. 73,64	HI. 88,16 HII. 82,81	
	85,48 (Mittel)	„ 11,84 %.

Unter Zugrundelegung des getrockneten Kots.

Differenz 5,01 %	Per I	HI. 73,76 HII. 71,62
		72,69 (Mittel)
2,05 %	Per II	HI. 77,16 HII. 74,21
		75,69 (Mittel)

Da, wie gesagt, die künstlichen Koëffizienten Kühn's beträchtlich tiefer lagen, als die natürlichen, habe ich bei den weiteren Perioden zur Bestimmung des unverdaulichen Stickstoffs der Futtermittel auch die zweite Methode Stutzer's herangezogen.

In der darauffolgenden Periode[1]), in welcher mir ein anderes etwas kleineres Paar Hammel diente, wurden, um

[1]) Im Ganzen ist es die dritte.

Futterüberreste sicher zu vermeiden, 750 gr. Wiesenheu verabreicht, also 100 gr. weniger, als in der ersten Periode. Seine Qualität war aber, wie aus dem höheren Stickstoffgehalt[1]) hervorgeht, besser, als die des früher verfütterten:

Wiesenheu, N. in % der Trocksbstz.

Vorversuche { Per. I 1,511
„ II 1,467
„ III 2,038
„ IV 2,018

An Gesamtstickstoff haben die Tiere in dieser Periode 12,717 gr. aufgenommen. Die Kotproduktion gestaltete sich in dieser Periode folgendermassen:

Tabelle 11.

	(frisch).		der zehnte Teil getrocknet.	
Datum	Hammel I.	Hammel II.	Hammel I.	Hammel II.
6/7. II.1902	379 gr.	533 gr.	20,02 gr.	25,91 gr.
7/8. II. 02	429 „	468 „	22,35 „	23,75 „
8/9. II. 02	451 „	470 „	23,17 „	24,60 „
9/10. II. 02	516 „	442 „	22,88 „	23,45 „
10/11. II. 02	442 „	476 „	25,89 „	24,62 „
11/12. II. 02	459 „	475 „	23,26 „	24,57 „
12/13. II. 02	479 „	465 „	24,02 „	24,33 „
13/14. II. 02	476 „	499 „	24,83 „	26,47 „
Sa.	3631 gr.	3808 gr.	186,42 gr.	197,70 gr.

Durchaus ergibt sich eine durchschnittliche Produktion (pro Tag in gr.)

[1]) Nähere Angaben Seite 35. Tab. 14.

Tabelle 11a.

Hammel I		Hammel II	
frisch	trocken	frisch	trocken
454,00	233,03	476,00	247,12
	2,083% N		2,082% N
täglich	4,85 gr. N		5,145 gr.N

Den im frischen Zustande im Eisschrank unter Schwefelkohlenstoffzusatz[1]) aufbewahrten, beziehungsweise den getrockneten Kot habe ich von nun an immer, wie die nächste Tabelle (12) angibt, auf dreifache Weise mit saurem Pepsin bei 38° C. erwärmt, und zwar wurden 4 gr. frischer, resp. 2 gr. lufttrockner Substanz angewendet. — Da eine zwölfstündige Behandlung des Kots, wie die Symmetrie es verlangt hätte, mit Schwierigkeiten verbunden war: die Tageszeit wäre dazu zu kurz, und die Nacht zu lang, so dehnte ich die Einwirkungsdauer auf fünfzehn Stunden aus. Je vier Gramm frischen Kots gaben folgende Mengen pepsinunlöslichen Stickstoff:

Tabelle 12.

	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
Hammel I	0,03139 gr.	0,03139 gr.	0,03518 gr.
„ II	0,02847 „	0,02845 „	0,03242 „
	in Prozenten ausgedrückt.		
Hammel I	0,785%	0,785%	0,879%
„ II	0,712%	0,711%	0,810%
	Menge des unlösl. N. in gr. im gesamt. Kot.		
Hammel I	3,563	3,563	3,995
„ II	3,392	3,386	3,856
	Die Verdauungskoëffizienten sind:*)		
Hammel I	71,96 } 72,49	71,96 } 72,49	68,60 } 68,95
„ II	73,02 }	73,03 }	69,30 }
	Mittel	Mittel	Mittel

[1]) Um etwaigen Zersetzungen vorzubeugen.

*) Die Stickstoffaufnahme betrug pro Tag 12,717 gr.

Das Mittel der betreffenden Verdauungskoëffizienten der allerersten Periode war 75,46; unterscheidet sich also von 72,49 um 2,97 Prozent. —

Beim getrockneten Kot gestalten sich die Verhältnisse insofern anders, als hier mehr Stickstoff ungelöst bleibt:

In je 2 gr. trocknen Kot ist enthalten.

Tabelle 13.

	Unlöslicher N bei Behandlung mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
Hammel I	0,03286 gr.	0,02904 gr.	0,03044 gr
„ II	0,03111 „	0,02958 „	0,03050 „
	in Prozenten:		
Hammel I	1,643	1,452	1,522
„ II	1,555	1,479	1,525
	die durchschn. Tagesmenge Kot enth. unlösl. N in gr.		
Hammel I	3,832	3,378	3,541
„ II	3,842	3,694	3,768
	Die Verdauungskoëffiziente sind: *)		
Hammel I	69,88	73,38	72,09
„ II	69,77 } 69,83	71,28 } 72,33	70,45 } 71,27

Diese Zahlen zeigen aber nicht die Gleichmässigkeit, wie bei den übrigen Perioden. Der Verdauungskoëffizient 72,33 hätte an erster, 69,83 an letzter Stelle stehen müssen, denn man kann nicht annehmen, dass die grösste Pepsinmenge schwächer gewirkt haben soll, als die zwei und viermal so kleinen Mengen. Darum müssen diese Zahlen von der Betrachtung ausgeschlossen werden. Die Beschaffenheit des Wiesenheus war folgende:

*) Die Stickstoffaufnahme betrug pro Tag 12.717 gr.

Tabelle 14.

Trock.-stanz.	gr. Trock.-substanz.	Es enthielt N in % der Trocken-substanz.	Tägliche Aufnahme an N in gr.	Es enthielt peps-un-lösl. N in % d. Trok-kensubstz.	Peps. und tryps. un-lösl. N in % d. Trock.-substanz.	Die tägl. Aufnahme enthielt peps. un-lösl. N in gr.	Peps. und tryps. un-lösl. N in % d. Trock.-substanz.
3,16	623,70	2,038	12,717	0,721	0,527	4,491	3,284

Aus diesen Angaben lassen sich die Verdauungskoëffizienten berechnen, wie folgt:

Tabelle 14a.

Heu verdaut mit:	
Pepsin (Kühn).	Peps. und Pancreas (Stutzer).
64,68	74,14

Der nach Kühn ermittelte Verdauungskoëffizient der ersten Periode des Vorversuches war 67,68; es besteht hier also ein Unterschied von 3,00 % (Prozent). Der Grund dafür dürfte in der verschiedenen Güte des Heues zu suchen sein.

Bezeichnend ist hier der Umstand, dass ähnlich wie in der I. Periode der Vorversuche, auch hier der mit Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte gewonnene Verdauungskoëffizient 72,49[1]) von 64,68 um 7,81 Prozent abweicht, obschon sie nach Kühn-Kellner hätten übereinstimmen sollen. Durch dieses völlig unerwartete Ergebnis sah ich mich, wie gesagt, genötigt, die Futtermittel nach Stutzer's zweiter Methode mit Pepsin und Pancreasauszug zu behandeln. — Eine vollständige Übereinstimmung habe ich

[1]) Vergl. S. 33 Tab. 12. (Unter Zugrundelegung des frischen Kots.)

auch hierdurch nicht erzielen können, doch differiert 72,49 von 74,14 nur um 1,65 %, die Abweichung ist also vier mal so gering, als dort.

In der zweiten[1]) Periode wurden 150 gr. Wiesenheu durch Weizenschalen ersetzt, es wurden also 600 gr. Wiesenheu und 150 gr. Weizenschale gefüttert, über deren Zusammensetzung folgende Tabelle einen Überblick gewährt.

Tabelle 15.

Futtermittel	%d.Trockensubstanz.	gr. Trock.-substanz.	N in %der Trcksbstz.	Tägl. Aufnahme von N.	peps. unlösl.N in % d. Trock.-substanz.	peps. und tryps. unl. N in % der Trksbstz.
Wiesenheu	83,30	499,80	2,018	10,086 gr.	0,721	0,496
Weizenschale	88,88	133,32	2,657	3,542 gr.	0,248	0,159

Futtermittel	Tägl. Aufnahme an peps. unlösl. N in gr.		Tägl.Aufn. an peps. u. tryps. unlösl. N in gr.		Verdauungskoëffizt. nachKühn.	Stutzer.
Wiesenheu	3,533	3,864	2,477	2,689	71,64	80,25
Weizenschale	0,331		0,212			

Man sieht an diesen Zahlen, wenn man sie den Verdauungskoëffizienten der vorigen Periode entgegenstellt, den Einfluss der eiweissreicheren und leichter verdaulichen Weizenschale. Die Verdauungskoëffizienten liegen hier höher, und zwar nach der Methode Kühn's um 7, nach der Stutzer'schen um 6 Prozent höher als bei der künstlichen Verdauung des Rauhfutterstoffs allein.

Die Kotmengen wurden in dieser Periode so notiert:

[1]) Im ganzen ist es die vierte.

Tabelle 16.

	frisch.		$^1/_{10}$ getrocknet.	
Datum	Hammel I	Hammel II	Hammel I	Hammel II
6/7. III. 02.	344	386	16,88	19,97
7/8. III. 02.	426	401	20,98	20,52
8/9. III. 02.	521	431	24,38	21,63
9/10. III. 02.	435	432	21,15	22,39
10/11. III. 02.	463	483	22,42	23,34
11/12. III. 02.	422	446	21,16	22,47
12/13. III. 02.	425	415	21,66	20,69
13/14. III. 02.	468	414	24,36	21,26
Sa.	3504	3408	172,99	172,27
Durchschnitt	438	426	216,24	215,34

Tabelle 16a.

d. lufttrockne Kot enthielt N in %	Hammel I.	Hammel II.
	1,902	1,908
pro Tag wurde ausgeschied. N in gr.	4,113	4,109
Verdkoëffizient. ohne Abzug der Stoffwechselprodukte.	69,81	69,84
	(69,83	Mittel).

Der in frischem Zustande untersuchte Kot wies folgende Mengen unlöslichen Stickstoffs auf:

Tabelle 17.

	Je 4 gr. frisch. Kots behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
	enthielten unlöslichen N in gr.		
Hammel I	0,02440	0,02661	0,02723
Hammel II	0,02458	0,02738	0,03313
	in Prozenten.		
Hammel I	0,610	0,665	0,681
„ II	0,615	0,684	0,828
	pro Tag ausgeschied. N in gr. (unlösl.)		
Hammel I	2,672	2,912	2,982
„ II	2,620	2,916	3,529
	daraus berechnen sich d. Verdkoëffizienten.		
Hammel I	80,39	78,63	78,12
„ II	80,71	78,57	74,14
Mittel:	80,55	78,60	76,13
Unterschied:	1,95	2,47	

Ebenso der trockne Kot (Tab. 18).

Tabelle 18.

	Je 2 gr. trocknen Kots behandelt mit:					
	500 cc. Peps. 48h		250 cc. Peps. 24h		125 cc. Peps. 15h	
	enthielten unlöslichen N in gr.					
Hammel I	0,02920		0,02987		0,03075	
„ II	0,02856		0,02886		0,03113	
	in Prozenten					
Hammel I	1,460		1,494		1,538	
„ II	1,428		1,443		1,557	
	pro Tag unlöslicher N in gr.					
Hammel I	3,157		3,230		3,325	
„ II	3,075		3,107		3,352	
	daraus berechnen sich d. Verdkoëffizienten.					
Hammel I	76,82	77,13	76,30	76,73	75,63	75,54
„ II	77,43		77,16		75,45	
Unterschied:			0,40		1,19	

Die mit Zugrundelegung des getrockneten Kots auf die bekannte dreifache Weise erhaltenen Verdauungskoëffizienten liegen durchweg tiefer, als die am frischen Kot gewonnenen, was, wie ich bereits früher erwähnt habe, mit der Behauptung Bülow's nicht übereinstimmt, und je mehr sich das hierher bezügliche Beweismaterial häuft, desto weniger dürfen wir uns verhehlen, dass die Stickstoffverbindungen des Kots durch das Trocknen nach Bülow der Einwirkung des Pepsins unzugänglicher werden, so dass wir schliesslich die betreffenden Koëffizienten beim Vergleich mit den künstlichen werden vollständig fortlassen müssen.

Die schlechte Übereinstimmung der mit Benutzung des frischen Kots gewonnenen Verdauungskoëffizienten mit den künstlichen nach Kühn bestätigten die in den drei schon besprochenen Perioden dem Leser sich aufdrängende Thatsache, dass das Pepsin nach Kühn entweder zu schwach auf die Futtermittel oder auf den zugehörigen Kot zu stark gewirkt hatte.

(Futterm. nach Kühn).		Am frischen Kot.	
Verdauungskoëffizienten	71,64	und 80,55	differieren um 8,91 %
	71,64	„ 78,30	„ „ 6,66 %
	71,64	„ 76,13	„ „ 4,49 %

Die Unterschiede zwischen dem eben genannten künstlichen Verdauungskoëffizienten (71,64) und den mit Benutzung des trocknen Kots erhaltenen sind allerdings etwas geringer, aber dieser Umstand verliert eben immer mehr an Bedeutung.

Dagegen zeigt der nach Stutzer's Methode gewonnene Verdauungskoëffizient 80,25 mit 80,55 eine fast genaue Übereinstimmung, von

78,30 weicht er nur um 1,95 %
von 76,13 um 4,12 % ab.

Wie man diesen und den oben angeführten Vergleichszahlen auf den ersten Blick entnimmt, ist hier die grösste Differenz kleiner, als die kleinste dort. Der Unterschied bei dieser Zusammenstellung ist der, dass dort der künst-

liche Verdauungskoëffizient tiefer, hier höher als die natürlichen liegt.

Wenn man bedenkt, dass bei der künstlichen Verdauung im Becherglase stets das Optimum gefunden wird, und dass ferner gegen den untersten natürlichen Verdauungskoëffizient 76,13 (Mittel von beiden Tieren), welchen man nach Behandlung der Kotproben mit der geringsten Pepsinmenge berechnet hat, der bekannte Einwand Bülow's am allerwenigsten geltend gemacht werden kann, so muss man der Stutzer'schen Methode ohne Weiteres den ersten Platz einräumen.

In der dritten Periode gelangten an jeden Hammel (ausser den gewöhlich gereichten 10 gr. Kochsalz) 750 gr. Kleeheu zur Verfütterung.

Dasselbe enthielt:

Tabelle 19.

% Trocken-substanz.	gr. Trocken-substanz.	N in % der Trocken-substanz.	tägl. aufg. N in gr.	peps. unl. N in % der Trcksbstz.	peps. und tryps. unl. N in %	pepsin unlöslich N in gr.	peps. tryps. N in
83,90	629,25	2,763	17,386	0,768	0,457	4,832	2,87

Aus diesen Daten lassen sich folgende künstliche Verdauungskoëffizienten berechnen:

Tabelle 20.

Kleeheu verdaut nach:	
Kühn	Stutzer
giebt den Verdkoëffizient.	
72,21	83,45

Leguminosenheu ist bekanntlich eiweissreicher und infolge des geringeren Rohfasergehalts leichter verdaulich, als

Gramineenheu, was in den Tab. 20. angeführten Zahlen, wenn man sie mit den Verdauungskoëffizienten der ersten Periode (64,68 bezw. 74,14) vergleicht, seinen Ausdruck findet.

Die Kotproduktion stellte sich in dieser Periode folgendermassen dar in gr.

Tabelle 21.

Datum	frisch		$^1/_{10}$ getrocknet	
	Hammel I	Hammel II	Hammel I	Hammel II
26. IV. 02	600	572	26,44	26,65
27. IV. 02	578	499	25,59	21,15
28. IV. 02	568	535	25,46	24,83
29. IV. 02	568	470	25,57	21,74
30. IV. 02	583	561	25,77	25,92
1. V. 02	436	480	21,12	21,31
2. V. 02	468	471	22,95	21,90
Sa.	3801	3588	172,96	163,50
durchschn.	543	512,6	247,00	233,60
N in %	—	—	2,068	2,023
N in gr. tägl.	—	—	5,112	4,726
Verd. koëffizient ohne Abzug der Stoffwechselprodukte.			70,60 (71,10 Mittel).	72,81

Der frische, sowie der getrocknete Kot wurde nun in der üblichen Weise mit Pepsin behandelt und es wurden folgende Mengen ungelösten Stickstoffs darin gefunden.

Tabelle 22.

	Je 4 gr frischen Kots behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
	enthielten unlösl. N. in gr.		
Hammel I	0,02170	0,02267	0,02368
„ II	0,02084	0,02225	0,02333
	in Prozenten		
Hammel I	0,542	0,567	0,592
„ II	0,521	0,556	0,583
	d. durchschn. Tagesmenge Kot enth. N. in gr.		
Hammel I	2,946	3,077	3,215
„ II	2,671	2,851	2,990
	daraus folgen die Verd.-Koëffizienten.		
Hammel I	83,03	82,32	81,48
„ II	84,63	83,61	82,83
Mittel	83,83	82,97	82,16
Unterschied:	0,86		0,81

Tabelle 22 a.

	Je 2 gr. trockenen Kots behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps 15h
	enthielten unlösl. N. in gr.		
Hammel I	0,02335	0,02445	0,02672
„ II	0,02456	0,02560	0,02545
	in Prozenten		
Hammel I	1,168	1,273	1,336
„ II	1,228	1,280	1,276
	d. durchschn. Tagesmenge Kot enth. N. in gr.		
Hammel I	2,886	3,145	3,303
„ II	2,869	2,990	2,973
	daraus folgen d. Verd.-Koëffizienten		
Hammel I	83,42	81,92	80,99
„ II	83,49	82,77	82,88
Mittel:	83,46	82,35	81,94
Unterschied:	1,11		0,41

In dieser Periode scheint das Trocknen des Kots auf seine Löslichkeit in Pepsin im Vergleich mit den beiden vorhergehenden Perioden einen nur geringen Einfluss ausgeübt zu haben: 82,46 weicht von 83,83 wenig ab, ebenso 82,35 von 82,97. Bei dem letzten vergleichbaren Paar von Verdauungskoëffizienten 81,94 und 82,16 ist der Unterschied auch nur 0,22.

Was den Einfluss der Einschränkung der Pepsinmengen zunächst auf die frischen Kotproben betrifft, beträgt der Unterschied zwischen dem bei Anwendung von 250 ccm. Pepsin erhaltenen Koëffizient 82,97 (Mittel von zweien) und den beiden benachbarten, wie Tab. 22 veranschaulicht 0,86 und 0,81. In der vorhergehenden Periode waren die Differenzen weit höher (2,25 und 2,17). Während also in der zweiten Periode 250 cc. Pepsin erheblich schwächer gewirkt haben, als die doppelte, und stärker, als die halb so grosse Menge, liegen hier die Zahlen so nahe aneinander, dass man glauben könnte, die Stoffwechselprodukte werden schon von der geringsten Pepsinmenge gelöst, sicher von 250 cc. bei 24 Stunden langer Einwirkungsdauer.

Beim getrockneten Kot bestätigt sich das Gesagte.

Greifen wir jetzt den mittleren Verdauungskoëffizienten beim frischen Kot (Tab. 22) heraus, d. i. 82,97 und vergleichen ihn mit dem nach Kühn am Kleeheu erhaltenen 72,21, so sehen wir hier dieselbe Thatsache wie früher wiederkehren, der Unterschied beträgt 10,76. Entweder hat also das Pepsin nach Kühn den ganzen verdaulichen Stickstoff des Futters nicht zu lösen vermocht, oder dieses Reagens hat in dem Kote mehr gelöst, als es sollte, d. h. Nahrungsresiduen angegriffen. Dass aber dieser Einwand einer Pepsinmenge von 250 cc. oder gar 125 cc. bei 15stündiger Dauer in weit geringerem Grade gemacht werden kann, als einer Menge von 500 cc. bei 48stündiger Zeit, ist bereits auseinandergesetzt worden. Und weil sogar der tiefste Verdauungkoëffizient 82,16 (125 cc. Peps. 15 h.) Tab. 22 bedeutend höher lag, als 72,21 (künstl. Meth. Kühn) war ich ebenso wie in den übrigen Perioden genötigt, nach

einem auf die Futtermittel kräftiger wirkenden Reagens zu suchen.

Der nach Stutzer's zweiter Methode gewonnene Verdauungskoëffizient 85,35 weicht in der That von dem oben genannten 82,97 nur um 2,38 ab, so dass hier die Überlegenheit der Stutzer'schen Methode deutlich hervorgeht.

In der vierten Periode (im ganzen die sechste) wurden 150 gr. Klee durch eben soviel Erdnusskuchen ersetzt, und die Zusammensetzung beider Futtermittel war folgende:

Tabelle 23.

Art des Futtermittels	% Trokkensubstanz	gr. Trokkensubstanz	N in % der Trocknensubstanz.	tägl. Aufnahme von N in gr.	peps. unlösl. N in % der Trockensbstz.
Kleeheu	84,71	508,26	2,716	13,804	0,621
Erdnusskuchen	90,25	135,37	7,524	10,185	0,424

	peps. u. tryps. unl. N in % d. Trockensubstanz.	peps. unl. N in gr. pro Tag		peps. u. tryps. unl. N in gr. pro Tag.	
Kleeheu	0,411	3,158	3,732	2,089	2,295
Erdnusskuchen	0,152	0,574		0,206	

Tabelle 24.

Verdauungskoëffizienten von Klee u. Erdnusskuchen	
nach: Kühn	Stutzer.
84,44	91,18

Das konzentrierte Kraftfuttermittel, die Erdnusskuchen, hat durch seine leichte Verdaulichkeit hier wiederum ein beträchtliches Steigen der Verdauungkoëffizienten gegenüber den der vorigen Periode bewirkt.

In der vierten Periode wurden folgende Kotmengen festgestellt in gr.

Tabelle 25.

Datum	frisch		$^1/_{10}$ getrocknet	
	Hammel I	Hammel II	Hammel I	Hammel II
27. V. 02	467	499	21,54	21,80
28. V. 02	361	517	17,00	20,95
29. V. 02	479	530	20,98	21,10
30. V. 02	401	406	17,92	16,73
31. V. 02	468	443	20,72	19,14
1. VI. 02	470	414	19,48	18,21
2. VI. 02	449	496	20,26	21,14
Sa.	3095	3305	137,90	139,07
Durchschn.	442,14	472,14	197,00	198,67
N in %	—	—	2,327	2,225
N in gr. pro Tag	—	—	4,584	4,421
Verd. koëff. ohne Abzug der Stoffwechelprodukte			80,89 (80,71 Mittel).	80,54

Hammel II hatte 272 gr. Überreste zurückgelassen, die hauptsächlich aus Erdnusskuchen bestanden. Sie enthielten 5,852 % Gesamtstickstoff und 0,366 % pepsinunlöslichen Stickstoff. Demnach waren in 38,85 gr. Substanz (pro Tag) 2,274 gr. Gesamtstickstoff und 0,142 gr. pepsinunlöslicher N. enthalten.

Hammel II verzehrte also täglich nur 21,715 gr. N. mit 3,590 gr. pepsinunlöslichen Stickstoff.

Der künstliche Verdauungskoëffizient ist für Hammel II.

$$\frac{1812,5}{21,715} = 83,47.$$

Nach der Methode Stutzer's den unlöslichen Stickstoff zu bestimmen, habe ich, wie ich nachträglich dessen gewahr wurde, versäumt; da aber der durch die Futterreste verursachte Unterschied unbedeutend ist, und man zum Vergleich stets das Mittel von den an beiden Tieren gewonnenen Koëffizienten nimmt, so kann diese Unterlassung nicht sehr ins Gewicht fallen.

Bei allen natürlichen Verdauungskoëffizienten der folgenden Tabellen musste für Hammel II die Zahl 21,715 zu Grunde gelegt werden.

Nach Behandlung der frischen bezw. trocknen Kotproben mit Pepsin bekam ich folgende Resultate:

Tabelle 26.

	Je 4 gr. frischen Kots behandelt mit: 500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
	enthielten unlösl. N in gr.		
Hammel I	0,02344	0,02451	0,02647
„ II	0,02301	0,02333	0,02522
	in Prozenten		
Hammel I	0,586	0,613	0,662
„ II	0,575	0,557	0,630
	d. durchschn. Tagesmenge enth. unlösl. N (g.)		
Hammel I	2,590	2,709	2,927
„ II	2,715	2,754	2,977
	daraus berechnen sich d. Verd. koëffiz.		
Hammel I	89,17	88,72	87,80
„ II	87,49	87,31	86,29
Mittel	88,33	88,02	87,05
Differenz:	0,31		0,97

Tabelle 26a.

	Je 2 gr. trocknen Kots behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
	enthielten unlöslich N in gr.		
Hammel I	0,02897	0,03127	0,03093
„ II	0,02724	0,02890	0,02813
	in Prozenten		
Hammel I	1,449	1,445	1,547
„ II	1,362	1,456	1,406
	d. durchschn. Tagesmenge Kot enth. unl. N.		
Hammel I	2,788	3,071	3,047
„ II	2,706	2,871	2,974
	daraus berechnen sich d. Verdkoëffizienten		
Hammel I	88,38	87,21	87,26
„ II	87,54	86,78	87,13
Mittel	87,96	86,99	87,19
Differenz:	0,97	0,20	

Auch hier hat das Trocknen auf die Löslichkeit des Kots einen allerdings ganz geringfügigen Einfluss ausgeübt: greifen wir die mittleren Verdauungskoëffizienten 88,02 beim frischen und 86,99 beim getrockneten Kot zum Vergleich heraus, so finden wir einen Unterschied von 1,03 Prozent. Dem entgegen sehen wir beim Vergleich der Verdauungskoëffizienten der dritten Kolonne ein Plus zu gunsten des getrockneten Kots: 87,05 und 87,19 geben eine Differenz von 0,14.

Die Abweichung zwischen 88,33 und 88,02, den Verdauungskoëffizienten der beiden ersten Reihen des frischen Kots, beträgt hier 0,31 während sie in der eben besprochenen Periode 0,86 ausmachte. In dem vorliegenden Falle hat also die von Kühn-Bülow vorgeschlagene Pepsinmenge fast dasselbe geleistet, wie die ursprüngliche von Pfeiffer[1]) angewandte.

[1]) Pfeiffer hatte seiner Zeit nicht 250, sondern 200 cc. Pepsin verwendet, aber die Zeit war dieselbe, wie in diesen Versuchen. (24h.)

Stellen wir nunmehr die am frischen Kot gewonnenen Verdauungskoëffizienten einerseits dem künstlichen nach Kühn gegenüber und vergleichen sie andererseits mit dem nach Stutzer erhaltenen:

Hamel I. 89,17 } 88,33;
„ II. 87,49 }

Kühn's Meth.

Hamel I. 88,72 } 88,02; H. I. 87,80 } 87,05 84,14 (83,45[1])
„ II. 87,31 } „ II. 86,29 } Stutzers Meth. 91,18

so erhalten wir im ersten Falle die Differenzen:

4,19; 3,88; 2,91;

im zweiten Falle: 3,85; 3,16; 4,13;

Die natürlichen Verdauungskoëffizienten liegen in dieser Periode fast ebensoweit entfernt von dem nach Kühn, wie von dem nach Stutzer, in der dritten Reihe sind sie sogar im ersten Falle erheblich weniger von dem künstlichen Kühn's unterschieden, als von dem Stutzer'schen.

In der vorletzten, fünften Periode gelangten neben 450 gr. Wiesenheu 300 gr. getrocknete Rübenschnitzel an je einen Hammel zur Verfütterung: ihre Zusammensetzung war, wie folgt:

Tabelle 27.

Art des Futters.	% Trockensubstanz.	gr. Trockensubstanz.	N in % der Trockenbesitz.	täglich Aufnahme v. N in gr.
Wiesenheu.	88,48	398,16	1,578	6,282 } 10,2931
getr. Rübenschnitzel	87,68	263,04	1,525	4,011 }

	peps. unl. N in % d. Trksbst.	peps. u. tryps. unl. N in % d. Trsbtz.	peps. unl. N in gr. (täglich.)	peps. u. tryps. unl. N in gr. (pr. Tag).
Wiesenheu.	0,684	0,529	2,725 } 3,763	2,108 } 3,624
getr. Rübenschnitz.	0,379	0,196	1,038 }	0,516 }

[1]) Der eingeklammerte Verd.-Koëff. 83,45 ist unter Berücksichtigung der Futterüberreste bei Hammel II berechnet.

Zwischen dem pepsinunlöslichen Stickstoff der Rübenschnitzel einerseits, und dem pepsin-pancreasunlöslichen andererseits besteht ein ungewöhnlich hoher Unterschied (Tab. 27); doch wiederholt sich diese Tatsache in der nächsten Periode.

Aus diesen Angaben wurden folgende Verdauungskoëffizienten berechnet:

Tabelle 28.

Wiesenheu u. Rübenschnitzel verdaut	
nach Kühn:	nach Stutzer:
63,44	74,51

Wie der geringeren Verdaulichkeit der Futtermittel zufolge zu erwarten war, sind die Koëffizienten bedeutend gefallen: sie nähern sich denen der ersten Periode.

Die Kotproduktion gestaltete sich so:

Tabelle 29.

	frisch		$^1/_{10}$ getrocknet.	
Datum	Hammel I	Hammel II	Hammel I	Hammel II
7. X. 02	462	577	22,23	28,38
8. X. 02	717	506	30,26	24,75
9. X. 02	520	427	23,48	22,80
10. X. 02	524	441	25,10	24,54
11. X. 02	534	522	26,23	26,37
12. X. 02	497	601	24,69	27,90
13. X. 02	566	470	26,52	24,20
Sa.	3820	3544	178,51	178,94
durchschn.	545,71	506,30	255,01	255,63
N in %	——	——	1,931	1,881
N in gr. pro Tag	——	——	4,927	4,809
Verd.-Koëffizient ohne Abzug d. Stoffwechselproducte.			54,02	55,11
			(54,57 Mittel).	

Proben von frischem bezw. getrocknetem Kot auf die übliche Art und Weise mit Pepsin behandelt, ergaben folgende Mengen unlöslichen Stickstoffs.

Tabelle 30.

	Je 4 gr. frisch. Kots behandelt mit:					
	500 cc. Peps. 48 h.		240 cc. Peps. 24 h.		125 cc. Peps. 15 h.	
	enthielten unlösslich N. in gr.					
Hammel I	0,02157		0,02255		0,02434	
„ II	0,02317		0,02452		0,02731	
	in Prozenten.					
Hammel I	0,539		0,564		0,609	
„ II	0,579		0,613		0,684	
	d. durchschn. Tagesmeng. Kot enth. N. in gr.					
Hammel I	2,943		3,076		3,320	
„ II	2,933		3,104		3,457	
	daraus folgen die Verd.-Koëffizient.					
Hammel I	71,41	71,46	70,12	69,98	67,74	67,08
„ II	71,50		69,84		66,41	
Differenzen:		1,48		0,87		

Tabelle 30 a.

	Je 2 gr. getrockn. Kots behandelt mit:					
	500 cc. Peps. 48 h.		250 cc Peps. 24 h.		125 cc. Peps. 15 h.	
	enthielten unlöslichen N. in gr.					
Hammel I	0,02495		0,02590		0,02650	
„ II	0,02394		0,02512		0,02558	
	in Prozenten:					
Hammel I	1,247		1,219		1,247	
„ II	1,124		1,179		1,204	
	d. Tagesmenge Kot enth. unl. N. in gr.					
Hammel I	3,181		3,302		3,378	
„ II	3,059		3,210		3,269	
	daraus folgen d. Verd.-Koëffizient:					
Hammel I	69,09	69,69	67,92	68,35	67,19	67,72
„ II	70,28		68,81		68,24	
Differenzen:		1,34		0,63		

Aus diesen beiden Tabellen sehen wir wieder, dass die Verdauungskoëffizienten, wenigstens die der beiden ersten Reihen (bei Verwendung von 500 und 250 cc. Pepsin) beim frischen Kot entgegen der Erfahrung Bülows ziemlich bedeutend höher liegen, als beim getrockneten:

(Mittel von:	frisch.	getrocknet.
Hammel I u. II.)	71,46	69,69
	69,98	68,35

(Mittel von:
Hammel I u. II.) = Unterschied 1,77 Prozent.
„ 1,63 „

wogegen bei den der dritten Kolonne eine kleine Differenz zu Gunsten des getrockneten Kots vorliegt.

Die Abweichung zwischen 71,46 und 69,98, den beiden ersten Verdauungskoëffizienten beim frischen Kot beträgt 1,48 (laut Tab. 30), der Unterschied bei den analogen Koëffizienten des getrockneten Kots ist 1,34. Es ist also ziemlich gleichgültig[1]), ob man auf die Kotproben behufs Beseitigung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte 500 cc. Pepsin 48 Stunden lang, oder 250 cc. Pepsin 24 Stunden einwirken lässt; da jedoch das von Bülow ausgesprochene Bedenken, es sei nicht ausgeschlossen, ob das Pepsin nach Pfeiffer ausser den Stoffwechselprodukten auch Nahrungsresiduen zu lösen imstande sei, für die kleinere Pepsinmenge in geringerem Grade besteht, als für die grössere, so glaube ich darin einen Grund zu sehen, lieber die Verdauungskoëffizienten als Massstab zur Beurteilung von künstlichen Verdauungsmethoden anzulegen, welche sich nach Behandlung des Kotes mit der geringeren Pepsinmenge ergeben.

Welches ist nun das Verhältnis der natürlichen Verdauungskoëffizienten zu den künstlichen? Folgende Zu-

[1]) Die Koëffizienten der zweiten und dritten Reihe weichen beim „frischen“ Kot weit mehr ab, (laut Tab. 30 u. 30a) als beim „trocknen“.
frisch = Differenz 2,75
trocken = „ 0,63

sammenstellung gewährt einen Überblick über die in dieser Periode gewonnenen, oben bereits angeführten Zahlen:

Mit Zugrundelegung des frischen Kots:				nach Kühn (künstl. Methode)
	I. 71,46;	II. 69,98;	III. 67,08;	63,44.
Unterschiede:	I. 8,02	II. 6,54	III. 3,64	
Mit Zugrundelegung des getrockneten Kots;				
	I. 69,69;	II. 68,35;	III. 67,72;	63,44.
Unterschiede:	I. 6,25;	II. 4,91;	III. 4,28;	
am „frischen“ Kot:				nach Stutzer (künstl. Methode)
	I. 71,46;	II. 69,98;	III. 67,08	74,51.
Unterschiede:	I. 3,05;	II. 4,53;	III. 7,43	
am „trocknen“ Kot:				
	I. 69,69;	II. 68,35;	III. 67,72;	74,51.
Unterschiede:	I. 4,82:	II. 6,16;	III. 6,79;	

In der vierten und auch in drei ersten Perioden lag die Überlegenheit der Stutzer'schen Methode der Kühn'schen gegenüber auf der Hand. Bei dieser Zusammensetzung des Futters ist die beste Übereinstimmung ebenfalls zwischen dem künstlichen Verdauungskoëffizienten nach Stutzer und dem des frischen Kots in der ersten Reihe erzielt worden, der Unterschied beträgt 3,05. Im übrigen sind die Abweichungen des Verd.-Koëff. nach Kühn von den natürlichen der dritten Reihe, ich meine 3,64 und 4,28 nicht sehr verschieden von den Abweichungen des Stutzer'schen von den natürlichen der ersten Reihe 3,05 und 4,82. Bei der Annahme also, die aber nicht sehr wahrscheinlich ist, dass zur vollständigen Lösung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte eine Menge von 500 cc. Pepsin nötig ist, dürfen wir auch hier der Stutzer'schen Methode den Vorzug vor der Kühn'schen geben, genügen aber zu diesem Zwecke 250 oder gar 125 cc. mit entsprechend verkürzter Zeit, so liefert die Methode Kühn's

bessere Werte. Man sieht hieraus, dass die Stutzer'sche nicht überall und unbedingt in meinen Versuchen der Kühn'schen überlegen ist.

In der sechsten und letzten Periode wurden wiederum 150 gr. Wiesenheu durch die gleiche Menge eines Kraftfutters, nämlich Bohnenschrot ersetzt, so dass im ganzen 300 gr. Wiesenheu, 300 gr. trockene Rübenschnitzel und 150 gr. Bohnenschrot jedem Hammel vorlegt und auch vollständig von den Tieren verzehrt wurden:

Die Zusammensetzung des Futters war die:

Tabelle 31.

Art des Futters	% Trck.-substanz	gr. Trck.-substanz	N in % d. Trcksbstz.	Tägl. Aufn. v. N in gr.		peps. unl. N in % d. Trcksbstz.	peps. u. tryps. unl. N in % d. Trcksbstz.
Heu	86,41	259,23	1,513	3,923	13,708	0,628	0,526
Rübschn.	87,47	262,41	1,598	4,194		0,428	0,198
Bohnschr.	87,04	130,56	4,282	5,591		0,442	0,448

	peps. unl. N. in gr. (pro Tag)		peps. u. tryps. unl. N. in gr. (täglich)		Aus diesen Angaben folgen die Verdauungskoëffiz. nach	
Wiesenheu.	1,629	3,291	1,365	2,469	Kühn	Stutzer
Rübschnitzel..	1,122		0,519		75,99	81,99
Bohnenschrot.	0.540		0,585			

Der leichten Verdaulichkeit des Bohnenschrots zufolge sehen wir hier ein bedeutendes Steigen der Koëffizienten.

Die Kotproduktion war in dieser sechsten Periode die folgende:

Tabelle 32.

Datum.	frisch in gr. Hammel I.	frisch in gr. Hammel II.	$^1/_{10}$ getrocknet gab: Hammel I.	$^1/_{10}$ getrocknet gab: Hammel II.
21. X. 02.	373	368	17,66	18,78
22. X. 02.	441	357	20,87	19,65
23. X. 02.	393	198	19,25	10,65
24. X. 02.	428	613	20,82	31,25
25. X. 02.	579	408	24,16	21,37
26. X. 02.	404	415	17,00	20,49
27. X. 02.	416	415	17,74	21,01
28. X. 02.	454	392	24,73	20,57
Sa.	3488	3202	1622,3	1637,7
durchsohn.	436	400,25	202,80	204,71
N. in %	———	———	2,195	2,259
N. in gr.	———	———	4,451	4,623
Verdauugskoëffizienten ohne Abzug der Stoffwechselprodukte.			64,87 (64,19 Mittel)	63,51

Nach Behandlung des frischen resp. getrockneten Kots mit wechselnden Mengen Pepsin waren folgende Mengen ungelösten Stickstoffs geblieben:

Tabelle 33.

	Je 4 gr. frischen Kot behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48 h	250 cc. Peps. 24 h	125 cc. Peps. 15 h
	enthielten unlöslich N. in gr.		
Hammel I.	0,02729	0,02930	0,02905
„ II.	0,02904	0,02918	0,03343
	in Prozenten.		
Hammel I.	0,682	0,732	0,726
„ II.	0,726	0,729	0,838
	d. durchschn. Tagesmengen Kot enth. N. in gr.		
Hammel I.	2,975	3,194	3,167
„ II.	2,906	2,920	3,345
	daraus folgen die Verdauungskoëffizienten.		
Hammel I.	78,26	76,69	76,95
„ II.	78,82	78,75	75,61
Mittel.	78,54	77,72	76,28
Differenz:	0,82		1,44

Tabelle 33a.

	Je 2 gr. trockner Kot behandelt mit:		
	500 cc. Peps. 48h	250 cc. Peps. 24h	125 cc. Peps. 15h
	enthielten unlöslichen N in gr.		
Hammel I	0,03109	0,03326	0,03556
Hammel II	0,02839	0,02879	0,03147
	in Prozenten		
Hammel I	1,554	1,663	1,778
Hammel II	1,419	1,439	1,573
	d. durchschn. Tagesmenge Kot enth. N in gr.		
Hammel I	3,153	3,372	3,605
Hammel II	2,906	2,947	3,221
	daraus folgen d. Verdauungskoëfflzienten.		
Hammel I	77,02	75,42	73,71
Hammel II	78,85	78,48	76,50
Mittel:	77,49	76,95	75,10
Differenz:		0,99	1,85

Von Wichtigkeit ist hier zunächst die Tatsache, die sich in allen Perioden bestätigt hatte, dass ein Teil des Stickstoffs im getrockneten Kot der Einwirkung des Pepsins widersteht, was mit der Erfahrung Bülow's nicht im Einklang steht.

	am frischen Kot;	am getrockneten;	Unterschied.
Reihe I.	78,54	77,94	0,60
„ II.	77,72	76,95	0,77
„ III.	76,28	75,10	1,18.

Auch ist die Übereinstimmung zwischen den Mittelwerten von je zwei benachbarten Verdauungskoëffizienten beim frischen Kot, wie die Tabellen zeigen, etwas besser, als beim getrockneten.

Wenn man überhaupt bedenkt, dass in den meisten Fällen, ebenso wie in dieser Periode, die Verdauungskoëffizienten der ersten Reihe verglichen mit denen der zweiten Reihe die Differenz von 1 Prozent nicht überschritten haben, so wird man wohl das Richtige treffen, wenn man die Wirkung von 250 cc. Pepsin auf frische Kotproben für annähernd gleich einer zwei mal so grossen Pepsinmenge erklärt.

Trotz des ungleichen Verhaltens des frischen und trockenen Kotes einer Pepsinlösung gegenüber möchte ich hier alle Verdauungskoëffizienten sowohl den künstlichen nach Kühn, als auch nach Stutzer gegenüberstellen.

Mit Zugrundelegung d. „frischen" Kots.	künstl. Verd. Kühn's
Reihe I. (500 cc. Pepsin 48h.) 78,54	
„ II. 77.22	75,99
„ III. 76,28	

Unterschiede: I. 2,55; II. 1,73; III. 0,29.

Mit Zugrundelegung d. „trocknen" Kots.	künstl. Verd. Kühn's
Reihe I. 77,94	
„ II. 76,95	75,99
„ III. 75,10	

Unterschiede: I. 1,95; II. 0,96; III. + 0,89.

M. Zugrundeleg. d. „frischen„ Kots; künstl. Verd. nach Stutzer.			Unterschiede.
Reihe I. (500 cc. Peps. 48 St.)	78,54		3,45
„ II.	77,72	81,99	4,27
„ III.	76,28		5,71

M. Zugrundeleg. d. „trocknen" Kots;			Unterschiede.
Reihe I.	77,94		4,05
„ II.	76,95	81,99	5,04
„ III.	75,10		6,89.

Diese Zusammenstellung spricht, abweichend von meinen bisherigen Versuchen, mehr zu gunsten der Methode Kühn's. Besonders gering ist hier, ähnlich wie in der fünften Periode, die Abweichung des Koëffizienten Kühn's von dem dritten am frischen Kot berechneten, sie beträgt nur 0,29.

Der Unterschied zwischen der Abweichung des Koëffizienten der ersten Reihe beim frischen Kot von dem nach Kühn einerseits, und von dem nach Stutzer anderseits beträgt allerdings nur 0,90, doch sind die übrigen Unterschiede beim Vergleich der natürlichen Verdauungskoëffizienten mit den künstlichen nach Kühn so viel kleiner als hier, dass sie das obige Urteil aufrecht erhalten.

Um nun zum Schluss ein Gesamturteil geben zu können über die Operationen, welche ich ausgeführt habe, um der Frage näher zu treten, wie die Stoffwechselprodukte möglichst einwandsfrei zu beseitigen seien, und welche künstliche Verdauungsmethode die beste Übereinstimmung mit dem am Tiere unter Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte erhaltenen Koëffizienten zeigt, führe ich hier zunächst alle die Tabellen an, aus denen der Einfluss des Trocknens auf den Kot hervorgeht.

Vorversuche.

Wieviel gr. getrockneten Kots 5,00 gr. in frischem Zustande untersuchter Substanz entsprach, ist in Tabelle 1, 1_a und 1_b der Vorversuche angegeben.

Tabelle 34.

Es blieb mehr peps. unlösl. N. in %					
Hammelkot		Pferdekot		Kuhkot	
frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
1,71	—	—	21,84	—	12,30
6,09	—	—	12,83	0,64	—
—	—	0,74	—	—	19,17

Tabelle 35.

Im „trocknen“ Kot blieb mehr peps. unl. N. in % nach Behandlung gleicher Mengen.				
5 gr. frisch = 2,81 gr. trock. mit 250 cc. Peps. 24 h.	5 gr. frisch = 2,35 gr. trock. mit 500 cc. Peps. 48 h.	5 gr. frisch = 1,69 gr. trock. 500 cc. Peps. 48 h.	5 gr. frisch = 2,2 gr. trock. 500 cc. Peps. 48 h	5 gr. frisch = 2,08 gr. trock. 500 cc. Peps. 48 h.
15,75 %	15,66 %	10,62 %	48,07 %	32,97 %

Beim getrockneten Kot bewegen sich also die Prozentzahlen von 10,62 bis 48,07%. Im Mittel war im trocknen Kot in den Vorversuchen 21,02% mehr Stickstoff ungelöst geblieben. —

Diejenigen Posten, in welchem im frischen Kot mehr Stickstoff ungelöst geblieben war, gehören, man darf es wohl behaupten, zu den Ausnahmefällen. Ihre Grenzwerte sind in den Vorversuchen 0,64 und 6,09, der Mittelwert 2,29 Prozent.

In den Hauptversuchen wurden stets 4,00 gr. frischen Kots angewendet, wie die Tabellen berichten.

Diesen 4 gr. entsprachen immer, etwas über 2,00 gr. trockner Substanz, doch lasse ich die näheren Angaben hierüber, weil sie weniger wichtig sind und die Uebersicht erschweren würden, fort.

Tabelle 36.

Im trocknen Kot blieb mehr peps. unlösl. N. in % nach d. Behandlg. gleich. Meng. frisch und trock. Kots.

500 cc. Peps. 48 h.	Per. I	H. I	H. II	Per. II	H. I	H. II	Per. III	H. II	Per. IV	H. I	H. II	
	7,26		11,99	15,60		14,80	6,71		9,07		0,60	
250 cc. Peps. 24 h.	Per. I	H. II		Per. II	H. I	H. II	Per. III	H. I	H. II	Per. IV	H. I	H. II
	7,83			10,01		6,07	2,11		4,09	11,93		5,04
125 cc. Peps. 15 h.	Per. II	H. II	Per. III	H. I	Per. IV	H. I	Per. V	H. I	Per. VI	H. I		
	10,54		2,63		3,85		2,34		1,21			

500 cc. Peps. 48 h.	Per. V	H. I	H. II	Per. VI	H. I	H. II						
	9,01		5,06	5,60		0,63						
250 cc. Peps. 24 h.	Per. V	H. I	H. II	Per. VI	H. I	H. II						
	7,76		3,44	5,27		1,58						

Von diesen 27 Werten ist 0,60 der kleinste, 15,60 der grösste; im Mittel beträgt das Plus an pepsinunlöslichem Stickstoff beim trockenen Kot 6,37%.

Tabelle 37.

frischen Kot blieb mehr peps. unl. N in %							nach d. Behandl. verhält. nsg. gleicher Menge mit:
Pps.	Per III H I						
	2,07						
Pps.	Per I H I						
	4,94						
cc.	Per I H I	Per I H II	Per II H II	P. III H II	P. IV H II	Per V H II	P. VI H II
5h	12,21	2,16	5,10	0,72	5,19	5,03	3,05

In neun Fällen war also ein kleines Plus an unlöslichem Stickstoff im frischen Kot zurückgeblieben; die Grenzwerte sind hier 0,72 und 12,21, der Mittelwert 4,49%.

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle der trockene Kot gegen die Einwirkung einer Pepsinlösung widerstandsfähiger gewesen ist, so dass man annehmen muss, es ist in seinen Protëinverbindungen eine Veränderung vor sich gegangen, welche den Stickstoff schwerer löslich gemacht hat. Fassen wir sämtliche vergleichbare Zahlenwerte zusammen, auch die der Vorversuche, so haben wir ihrer 49 und von diesen ist in 36 Fällen, also in 73,5 %, ein Plus an Stickstoff im getrockneten Kot gefunden worden.

Wenn man berücksichtigt, dass das Plus an unlöslichem Stickstoff im frischen Kote zwar oft bei der geringsten Pepsinmenge zu finden ist (wie Tab. 37 zeigt), aber nur Ausnahmsweise bei den beiden anderen Mengen (250 u. 500 cc.) und wenn man dazu bedenkt, dass es bei der zuerst genannten Behandlungsweise des Kots, wie ich oft erfahren musste, schwieriger war, übereinstimmende Analysenresultate zu erzielen, als mit 250 und 500 cc. Pepsin, dann sieht man, dass in den beiden obersten Rubriken (von 125 cc. Pepsin

abgesehen) das prozentisch ausgedrückte Verhältnis sich bedeutend zu gunsten meiner Behauptung von der Unzulässigkeit des Trocknen des Kotes ändern würde, und dass man es infolgedessen als zu diesen Zwecken unzulässig ansprechen muss.

Bülow hatte eine annähernde Übereinstimmung zwischen dem künstlichen Verdauungskoëffizenten nach Kühn-Kellner und dem natürlichen mit Abzug der Stoffwechselprodukte erzielt: vielleicht ist diese Übereinstimmung zum Teil eben durch das Trocknen nach seiner Vorschrift herbeigeführt worden.

Für die uns hier weiter interessierende Frage, nämlich da man die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte schon mit Hilfe einer zwei- bezw. vier mal so geringen Pepsinmenge beseitigen kann, als sie Bülow im Anschluss an Kühn vorgeschlagen hatte, dürfen wir somit nur die ungelösten Stickstoffmengen resp. Verdauungskoëffizienten betrachten, welche ähnlich wie es seiner Zeit von Pfeiffer gehandhabt worden, mit Benützung des frischen Kots berechnet worden sind.

Um nun den Einfluss von wechselnden Pepsinmengen bei verschieden langer Einwirkungsdauer auf den frischen Kot leicht überblicken zu können, will ich sämtliche hierher gehörenden Posten der Vor- und Hauptversuche der Reihe nach noch einmal anführen und im Anschluss daran den Unterschied zweier aufeinanderfolgenden Zahlen in Prozenten ausdrücken.

Tabelle 38.

5 gr. frischer Hammelkot behandelt mit:	
500 cc. Peps. 48h:	250 cc. Peps. 24h:
liess ungelöst N 0,01933	in gr. zurück 0,01941
—	blieb 0,41 % mehr ungelöst

Der frische Kot der beiden Perioden des Vorversuches wurde nur mit einer Pepsinmenge behandelt, es folgen also die Hauptversuche.

Tabelle 39.

		4 gr. frischer Kot behandelt mit:		
		500 cc. Peps. 48 h	250 cc. Peps. 24 h	125 cc. Peps. 15 h
		hinerliessen ungelöst N. in gr.		
Periode I.	Hammel I	0,03139 ———	0,03139 ———	0,03518 10,77 % mehr ungelöst N.
	Hammel II	0,02847 0,07 % mehr ungel. als mit 250 cc.	0,02845 ———	0,03242 12,24 % mehr ungel. als 250 cc.
Periode II.	Hammel I	0,02440 ———	0,02661 8,30 % mehr als mit 500 cc.	0,02723 2,27 % mehr als mit 250 cc.
	Hammel II	0,02458 ———	0,02738 10,22 % mehr als mit 500 cc.	0,03313 17,35 % mehr als 250 cc.
Periode III.	Hammel I	0,02170 ———	0,02267 4,27 % mehr als mit 500 cc.	0,02368 4,26 % mehr als mit 250 cc.
	Hammel II	0,02084 ———	0,02225 6,33 % mehr als mit 500 cc.	0,02333 4,20 % mehr als mit 250 cc.
Periode IV.	Hammel I	0,02344 ———	0,02451 4,36 % mehr	0,02647 7,40 % mehr
	Hammel II	0,02301 ———	0,02333 1,37 % mehr	0,02522 7,49 % mehr
Periode V.	Hammel I	0,02009 ———	0,02114 4,96 % mehr als 500 cc.	0,02289 7,64 % mehr als 250 cc.
	Hammel II	0,02154 ———	0,02301 6.38 % mehr	0,02561 10,15 % mehr
Periode VI.	Hammel I	0,02729 ———	0.02930 6,86 % mehr ← 0,85 % m. als 125	0,02905 ———
	Hammel II	0,02904 ———	0,02918 0,47 % mehr als mit 500 cc.	0,03343 12,17 % mehr als 250 cc.

Beim Vergleich der ersten Reihe (500 cc. Peps. 48h) mit der zweiten (250 cc. Peps. 24h) sind 0,47 und 10,22 die Grezwerte, im Mittel besteht ein Unterschied von 5,35 % Stickstoff. In Periode I ist beim Hammel II eine verschwindend geringe Menge Stickstoff mehr nach Behandlung der Kotprobe mit dem grösseren Quantum Pepsin zurückgeblieben, aber dieser vereinzelte Fall kann das Gesamturteil nicht beeinflussen. Auch ist in Periode VI bei Hammel I in der mittleren Reihe etwas mehr pepsinunlöslichen Stickstoffs geblieben, als in der dritten Reihe (125 cc. Peps. 15h) doch beträgt der Unterschied hier auch nur 0,85 %. — Stellen wir dagegen die Differenzen der zweiten und dritten Reihe zusammen, so erhalten wir die Grenzwerte 2,27 und 17,35 % und im Mittel: 8,90 %.

Wie zu erwarten war, hat also die Einschränkung der Pepsinmenge und der Einwirkungszeit auf das Ergebnis einen Einfluss ausgeübt, aber man darf sagen, dass es einen ziemlich geringen Unterschied ausmacht, ob man gleiche Mengen frischen Kot einerseits mit 500 cc. oder mit 250 cc. Pepsin behandelt, andererseits mit 250 cc. oder mit 125 cc. Die grössten Unterschiede hinsichtlich des ungelösten Stickstoffs findet man bei der zuletzt angegebenen Behandlungsweise, die kleinsten, wenn man die Wirkung von 500 mit 250 cc. mit einander vergleicht. Letzteres ist wichtig bei der Entscheidung der Frage, welche Pepsinmenge zur Lösung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte die entsprechendste sein dürfte.

Natürlich würden die Unterschiede weit grösser ausfallen, wenn man die Wirkung der geringsten mit der grössten Pepsinmenge vergliche, aber dagegen spricht folgende Erwägung: die seiner Zeit von Pfeiffer vorgeschlagene Pepsinmenge betrug 200 cc. und die Zeit 24 Stunden und es war damals bewiesen, dass die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte hierbei vollständig gelöst werden. Die geringste Pepsinmenge hat im Mittel 8,90 % weniger gelöst als die doppelte, (250 cc. Peps. 24 h), so dass danach zweifelhaft sein kann, ob die geringste Menge ihre Aufgabe, die Stoff-

wechselprodukte zu lösen, voll und ganz genügt. Es scheint mir somit aureichend zu sein, die Leistung von 125 cc. Pepsin mit der von 250 cc., der Menge, welche von der einst von Pfeiffer vorgeschlagenen wenig abweicht, zu vergleichen, und die Gegenüberstellung der Wirkung der geringsten Menge einer solchen der von Kühn-Bülow angewandten grössten (500 cc. Peps. 48h), bei welcher man die Befürchtung hegen muss, dass von diesem weit kräftiger als die beiden andern wirkenden Reagens möglicherweise stickstoffhaltige Nahrungsresiduen mit angegriffen werden, scheint mir überflüssig zu sein.

Der Kürze wegen möchte ich die erste Reihe, in welcher die von 500 cc. Pepsin in 48 Stunden ungelösten Stickstoffmengen angegeben stehen, für sämtliche Perioden mit a bezeichnen, die zweit mit b, die dritte mit c. Wenn auch die Stickstoffmengen der Reihe b von denen der Reihe a unbeträchtlich abweichen, die der Reihe c von b auch nur in einem Falle 17 % Differenz erreichen, so kann man meiner Ansicht nach nicht umhin, die mittlere Behandlungsweise des frischen Kots als diejenige anzusprechen, welcher beide schon öfter angeführten Vorwürfe und Bedenken im geringsten Masse anhaften.

Um endlich angeben zu können, wo ich die beste Übereinstimmung zwischen natürlicher und künstlicher Verdauung erreicht habe, lasse ich hier alle Verdauungscoëffizienten noch einmal folgen:

Tabelle 40.

Künstliche Verdauungskoëffizienten der Futtermittel.		
	nach Kühn (m. Pepsin.)	nach Stutzer (Pep.-Pancreas.)
Per. I.	64,68	74,14
„ II.	71,64	80,25
„ III.	72,21	85,35
„ IV.	84,44	91,18
„ V.	63,44	74,51
„ VI.	75,99	81,99

Tabelle 41.

Verdauungskoëffizieten nach Behandlung des frischen Kots mit						
500 cc. Peps. 48 h		250 cc. Peps. 24h		125 cc. Peps. 15 h.		
H. I. 71,96	72,49	71,96	72,49	68,60	68,95	I. Periode
„ II. 73,02		73,03		69,30		
H. I. 80,39	80,55	78,63	78,60	78,12	76,13	II. Per.
„ II. 80,71		78,57		74,14		
H. I. 83,05	83,84	82,32	82,97	81,48	82,16	III. Per.
„ II. 84,63		83,61		82,83		
H. I. 89,17	88,33	88,72	88,02	87,80	87,05	IV. Per.
„ II. 87,49		87,31		86,29		
H. I. 71,41	71,46	70,12	69,98	67,74	67,08	V. Per.
„ II. 71,50		69,84		66,41		
H. I. 78,26	78,54	76,69	77,72	76,95	76,28	VI. Periode
„ II. 78,83		78,75		75,61		

Je besser bei derartigen Fütterungsversuchen die Übereinstimmung zwischen den Verdauungskoëffizienten der beiden Versuchstiere ist, welche dieselbe Aufgabe haben, wie Parallelparzellen bei Vegetationsversuchen, desto mehr beweisende Kraft hat offenbar der ganze Versuch. In dieser Arbeit ist die Abweichung der am frischen Kot ermittelten Verdauungskoëffizienten kleiner als 1 Prozent in 33,34 % aller Fälle, in 55,60 % der Fälle bewegt sie sich zwischen 1 und 2 Prozent, die grösste Differenz beträgt 3,98 Prozent, so dass man getrost Mittelzahlen benutzen darf.

Kellner und Bülow haben eine Übereinstimmung zwischen den künstlichen Verdauungskoëffizienten nach der Methode Kühn's (also mit Zuhülfenahme von nur 500 cc. Peps. 48h) und den natürlichen, nachdem sie der Kot ebenfalls mit 500 cc. Pepsin 48 Stunden lang behandelt haben. Die entsprechenden Zahlen zeigen bei meinen Versuchen folgendes Bild:

Natürliche Verdauung.		Futtermittel nach Kühn.	Unterschiede.
Per.	I. 72,49	64,68	7,81
„	II. 80,55	71,64	8,91
„	III. 83,84	72,21	11,62
„	IV. 88,33	84,44	3,89
„	V. 71,46	63,44	8,02
„	VI. 78,54	75,99	2,55

Die Differenzen bewegen sich also von 2,55 bis 11,62; im Mittel beträgt sie 7,13. Diese hohen Differenzen, welche den in Möckern gewonnenen Ergebnissen und der Ansicht Pfeiffer's, welcher sich mit dem Urteil Kellner's („Es steht fest, dass die Wiederkäuer den pepsinunlöslichen Stickstoff ausscheiden") wie in der Einleitung gesagt wurde, einverstanden erklärt hatte, widersprachen, waren für mich höchst überraschend und haben mich, als sich Periode für Periode dasselbe wiederholte, gezwungen, nach einer andern Behandlungsweise der Futtermittel zu suchen.

Nicht viel anders liegen die Verhältnisse in der zweiten Reihe.

Natürl. Verdauung.		Futtermittel n. Kühn.	Unterschiede.
Per.	I. 72,49	64,68	7,81
„	II. 78,60	71,64	6,96
„	III. 82,97	72,21	10,76
„	IV. 88,02	84,44	3,58
„	V. 69,98	63,44	6,54
„	VI. 77,72	75,99	1,73

Grenzwerte: 1,73 und 10,76; Mittelwert: 6,23.

Die Unterschiede sind hier kleiner, aber im Mittel doch nur um 0,30 kleiner, als oben.

Noch kleiner müssen sie sein, wenn wia die dritte Reihe mit den Koëffizienten Kühn's vergleichen.

Natürl. Verdauung.		Futtermittel n. Kühn;	Unterschiede.
Per.	I. 68,95	64,68	4,27
„	II. 76,13	71,64	4,49
„	III. 82,16	72,21	9,95
„	IV. 87,05	84,44	2,61
„	V. 67,08	63,44	3,64
„	VI. 76,28	75,99	0,29

Die Grenzwerte sind: 0,29 und 9,95, der Mittelwert: 4,21.

Die Übereinstimmung zwischen diesen beiden Reihen könnte also als leidlich bezeichnet werden, wenn nicht mit der dritten Reihe der natürlichen Koëffizienten die Gefahr verbunden wäre, dass bei Anwendung der geringsten Pepsinmenge und der kürzesten Zeit vielleicht die Stoffwechselprodukte nicht vollständig gelöst werden.

Die nach der zweiten Methode Stutzer's gewonnenen Verdauungskoëffizienten zeigen dagegen im allgemeinen eine weit bessere Übereinstimmung mit der natürlichen Verdauung und zwar die beste in der ersten Reihe.

Natürliche Verdkoëffizt.		Futtermitt. n. Stutzer.	Unterschiede.
Per.	I. 72,49	74,14	1,65
„	II. 80,55	80,25	—0,30
„	III. 83,84	85,35	1,52
„	IV. 88,83	91,18	2,85
„	V. 71,46	74,51	3,05
„	VI. 78,54	81,99	3,45

Die Grenzwerte — 0,30 und + 3,44; der Mittelwert: 2,04.

Zweite Reihe (250 cc. Peps. 24h)

Natürl. Verdkoëff.		Futtermittel n. Stutzer;	Unterschiede;
Per.	I. 72,49	74,14	1,65
„	II. 78,60	80,25	1,65
„	III. 82,97	85,35	2,38
„	IV. 88,02	91,18	3,16
„	V. 69,98	74,51	4,53
„	VI. 77,72	81,99	4,27

Die Grenzwerte sind 1,65 und 4,53; im Mittel 2,94% Differenz.

Beim Vergleich derselben künstlichen Verdauungskoëffizienten mit den natürlichen der dritten Reihe ergeben sich naturgemäss die grössten Unterschiede.

Natürl. Verdkoëffiz.	Futtermitt. nach Stutzer;	Unterschiede.
Per. I. 68,95	74,14	5,19
„ II. 76,13	80,25	4,12
„ III. 82,16	85,35	3,19
„ IV. 87,05	91,18	4,13
„ V. 67,08	74,51	7,43
„ VI. 76,54	81,99	5,71

Die Grenzwerte sind 3,19 und 7,43; der Mittelwert: 4,96.
Überblicken wir die Differenzen (Mittelwerte.)

	Beim Vergleich der natürlichen Verdauungskoëffiz. m. den künstlichen nach Kühn.	Beim Vergleich d. natürl. Verdauungskoëffiz. m. d. künstlichen nach Stutzer.
I. Reihe	(590 cc. Peps. 48h) 7,13	2,04
II. „	(250 cc. Peps. 24h) 6,23	2,94
III. „	(125 cc. Peps. 15h) 4,21	4,96

so finden wir die beste Übereinstimmung, wie gesagt, zwischen den Koëffizienten Stutzer's und den natürlichen der ersten Reihe.

Eine vollkommene Übereinstimmung zwischen künstlichen und natürlichen Verdauungskoëffizienten wird wohl niemals erreicht werden. Gewisse Schwankungen sind unvermeidlich und haben sich auch bei früheren Untersuchungen nicht umgehen lassen. Die geringsten Abweichungen ergeben sich aber nach vorliegenden Versuchen unter Verwendung von Pepsin und Trypsin zur Bestimmung der Verdauungskoëffizienten nach Stutzer's Vorschrift, sowie unter Benutzung von 500 bezw. 250 cc. Pepsinlösung zur Beseitigung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte des Kots, woraus ich die Schlussfolgerung ziehe, dass das erwähnte Verfahren zur Ermittlung der Verdauungskoëffizienten auf künstlichem Wege das erstrebte Ziel, die Schaffung brauchbarer Vergleichswerte, am sichersten zu erreichen gestattet.

Lebenslauf.

Ich, Kasimir von Dąmbski, katholischer Konfession, Sohn des Rittergutsbesitzers Anton von Lubraniec Dąmbski, wurde am 1. März 1874 zu Ludzisko, Provinz Posen geboren. Mit 10 Jahren wurde ich an dem humanistischen Gymnasium zu Inowrazlaw (Prov. Posen) nach Quinta aufgenommen und verliess es Ostern 1895 mit dem Zeugnis der Reife. Ostern 1898 bezog ich nach längerer zum grössten Teil im Elternhause zugebrachten Zeit die Universität Leipzig um Chemie zu studieren. Zu Michaeli des nächsten Jahres ging ich nach Zürich, und setzte Ostern 1900 meine Studien auf der königlichen Universität Breslau fort, woselbst ich um Weihnachten desselben Jahres das Verbandsexamen bestanden habe. Von Ostern 1901 habe ich an hiesiger Universität Agrikulturchemie und Landwirtschaft studiert.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Instituse folgender Herren Professoren und Privatdozenten:

in Leipzig: Chun, Drude, Pfeffer, Wiedemann, Wislicenus.

in Zürich: Abeljanz, Guilland, Grubenmann, Schinz.

in Breslau: Abegg, Baumgartner, Ebbinghaus, Freudenthal, Heydweiller, Herz, Hintze, Holdefleiss, Ladenburg, O.E. Meyer, v. Nathusius, Nehring, Pfeiffer, v. Rümker, Stern.

Ihnen allen sage ich meinen besten Dank.

Thesen.

1. Künstliche Verdauungsmethoden gewähren Anhaltspunkte für die Beurteilung von landwirtschaftlichen Futtermitteln.
2. Die Zucht warmblütiger Pferde darf auch vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus derjenigen von kaltblütigen Schlägen nicht hintenangesetzt werden.
3. Der Arsenolamprit ist als besondere Modifikation des Arsens zu betrachten.